



TUGAS AKHIR TERAPAN - RC146599

**ANALISA PERBANDINGAN WAKTU DAN BIAYA
PADA PROYEK PEMBANGUNAN
TOL MOJOKERTO - KERTOSONO SEKSI 2
STA 5+000 - 24+900**

DISUSUN OLEH :

**MOHAMAD YUSUF BAHTIAR
10111310000030**

DOSEN PEMBIMBING

**Ir. DUNAT INDRATMO, MT
NIP. 19530323 198502 1 001**

**PROGRAM STUDI DIPLOMA EMPAT TEKNIK SIPIL
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA 2018**



TUGAS AKHIR TERAPAN - RC146599

**ANALISA PERBANDINGAN WAKTU DAN BIAYA
PADA PROYEK PEMBANGUNAN
TOL MOJOKERTO - KERTOSONO SEKSI 2 STA
5+000 - 24+900**

DISUSUN OLEH :

**MOHAMAD YUSUF BAHTIAR
10111310000030**

DOSEN PEMBIMBING

**Ir. DUNAT INDRATMO, MT
NIP. 19530323 198502 1 001**

**PROGRAM STUDI DIPLOMA EMPAT TEKNIK SIPIL
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA 2018**



FINAL PROJECT – RC 146599

COMPARATIVE ANALYSIS OF TIME AND COST ON THE CONSTRUCTION PROJECT OF MOJOKERTO - KERTOSONO SECTION 2 STA 5+000 – STA 24+900

MOHAMAD YUSUF BAHTIAR
10111310000030

COUNSELLOR LECTURE

Ir. DUNAT INDRATMO, MT
NIP. 19530323 198502 1 001

DIPLOMA IV PROGRAM OF CIVIL ENGINEERING
DEPARTEMENT OF CIVIL INFRASTRUCTURE ENGINEERING
FACULTY OF VOCASIONAL
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA 2018

LEMBAR PENGESAHAN

ANALISA PERBANDINGAN WAKTU DAN BIAYA PADA PROYEK PEMBANGUNAN TOL MOJOKERTO – KERTOSONO SEKSI 2 STA 5+000 – STA 24+900

TUGAS AKHIR TERAPAN

Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Sains Terapan pada
Program Studi Diploma Empat Teknik Sipil
Departemen Teknik Infrastruktur Sipil

Fakultas Vokasi

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Disusun Oleh :

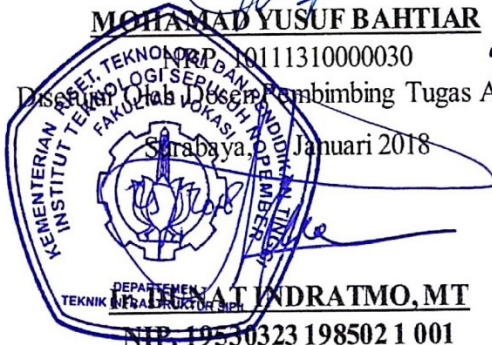
Mahasiswa

MOHAMAD YUSUF BAHTIAR

10111310000030

Disusun Oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir :

Surabaya, 25 Januari 2018



25 JAN 2018



BERITA ACARA
TUGAS AKHIR TERAPAN
 PROGRAM STUDI DIPLOMA EMPAT TEKNIK SIPIL
 DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
 FAKULTAS VOKASI ITS

No. Agenda :
 000090/IT2.VI.8.1/PP.05.02/2018

Tanggal : 1/11/2018

Judul Tugas Akhir Terapan	Analisa Perbandingan Waktu dan Biaya Pada Proyek Pembangunan Tol Mojokerto-Kertosono Seksi 2 STA 7+000 - 17+100		
Nama Mahasiswa	Mohamad Yusuf Bahtiar	NRP	10111310000030
Dosen Pembimbing 1	Ir. Dunat Indratmo, MT. NIP 19530323 198502 1 001	Tanda tangan	
Dosen Pembimbing 2	NIP -	Tanda tangan	

URAIAN REVISI	Dosen Penguji
<ul style="list-style-type: none"> - check lagi apakah HSPK setiap pekerjan bisa crushing. - dihitung ulang dgn total biaya proyek - koreksi tata tulis dan bab I dgn kumpukan - Abstrak 3 alinea bukan 2 alinea - layout dan data serta fimpone kegunaan proyek, diuraikan dg rinci dan jelas. (skenario awal) 	 Ir. Rachmad Basuki, MS NIP 19641114 198903 1 001
	 Ir. Chomaedhi, CES. Geo NIP 19550319 198403 1 001
	NIP -
	NIP -
	NIP -

PERSETUJUAN HASIL REVISI			
Dosen Penguji 1	Dosen Penguji 2	Dosen Pembimbing	Dosen Penguji 4
 Ir. Rachmad Basuki, MS NIP 19641114 198903 1 001	 Ir. Chomaedhi, CES. Geo NIP 19550319 198403 1 001	 Ir. Dunat Indratmo, MT. NIP -	 Ir. Dunat Indratmo, MT. NIP -

Persetujuan Dosen Pembimbing Untuk Penjilidan Buku Laporan Tugas Akhir Terapan		Dosen Pembimbing 1	Dosen Pembimbing 2
		 Ir. Dunat Indratmo, MT. NIP 19530323 198502 1 001	 Ir. Dunat Indratmo, MT. NIP -



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

FAKULTAS VOKASI
 DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
 Kampus ITS, Jl. Menur 127 Surabaya 60116
 Telp. 031-5947637 Fax. 031-5938025
<http://www.diplomasipil-its.ac.id>

ASISTENSI TUGAS AKHIR TERAPAN

Nama
NRP

Judul Tugas Akhir

: 1 M. Yusuf Bahhar 2
 : 1 3113041030 2
 : Analisa Perbandingan Waktu dan Biaya Pada Proyek Pembangunan
 Tol Mojokerto - Kertosono Seksi 2 STA 5+000 - 24+900

Dosen Pembimbing

: Ir. Dunat Indratno, MT

No	Tanggal	Tugas / Materi yang dibahas	Tanda tangan	Keterangan		
1	13 Maret 2017	- Mencari Referensi untuk nilai bangunan 10 tahun yang akan datang - Kurva S dilengkapi dengan bobot progres		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	12 Mei 2017	- Inflasi dihitung dengan regresi linier; Sehap SP / Sehap R ² 1/2 kumul. / Regresi Atrial		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	12 Juni 2017	- Subm pemulsa dan - Bob I		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
4	15 Juni 2017	- Belum layak sistem pilot sebarang		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
5	3-10-2017	- Kerangka Isi - Sehap Konsultasi Ker & Baur Proposal d pemulsa di Bob I. - Baca ulang das Bob IV		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Ket.
 B = Lebih cepat dari jadwal
 C = Sesuai dengan jadwal
 K = Terlambat dari jadwal

III, Spk nyambung di
 Bob IV --- dsl



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
FAKULTAS VOKASI

DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
Kampus ITS, Jl. Menur 127 Surabaya 60116
Telp. 031-5947637 Fax. 031-5938025
<http://www.diplomasipil-its.ac.id>

ASISTENSI TUGAS AKHIR TERAPAN

Nama : 1 2
NRP : 1 2
Judul Tugas Akhir :

Dosen Pembimbing :

No	Tanggal	Tugas / Materi yang dibahas	Tanda tangan	Keterangan		
6	11-12-2017	lanjut dan simpul nahan secara lengkap.		B	C	K
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
				B	C	K
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
				B	C	K
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
				B	C	K
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
				B	C	K
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Ket. :
B = Lebih cepat dari jadwal
C = Sesuai dengan jadwal
K = Terlambat dari jadwal

**ANALISA PERBANDINGAN WAKTU DAN BIAYA
PADA PROYEK PEMBANGUNAN
TOL MOJOKERTO – KERTOSONO SEKSI 2
STA 5+000 – 24+900**

Nama Mahasiswa : Mohamad Yusuf Bahtiar
NRP Mahasiswa : 10111310000030
Program Studi : Diploma Teknik Sipil-FTSP-ITS
Bidang Studi : Bangunan Transportasi
Dosen Pembimbing : Ir. Dunat Indratmo, MT
NIP : 19530323 198502 1 001

ABSTRAK

Proyek idealnya diselesaikan dalam kurun waktu yang optimum biaya yang ekonomis (rendah) namun berkualitas baik atau sesuai rencana kerja dan syarat. Berdasarkan aspek manajemen, hal tersebut di atas dimungkinkan karena selama ini telah dikenal dan sering digunakan teori Time Cost Trade Off (TCTO) dimana kegiatan – kegiatan yang berada pada lintasan kritis (critical path) dikompres sehingga waktu yang didapat adalah waktu yang optimum dan biaya yang minimum.

Pada tugas akhir proyek pembangunan jalan tol Mojokerto – Kertosono seksi 2 STA 5+000 – STA 24+900, waktu pelaksanaan dikompres dalam 2 alternatif. Pengkompresan dilakukan untuk memperpendek waktu pengerjaan proyek. Dalam pengkompresan digunakan metode Time Cost Trade Off.

Berdasarkan hasil perhitungan penulis, dari kedua alternatif yang digunakan, didapatkan durasi optimum proyek adalah 463 hari dengan biaya optimum yang didapat sebesar Rp493,599,300,496.49,-.

Keyword: Proyek pembangunan jalan tol, *Time Cost Trade Off*, *critical path*

COMPARATIVE ANALYSIS OF TIME AND COST ON THE CONSTRUCTION PROJECT OF MOJOKERTO - KERTOSONO SECTION 2 STA 5+000 – STA 24+900

Name of Student : Mohamad Yusuf Bahtiar
Student NRP : 10111310000030
Study Program : Diploma of Civil Engineering-FTSP-ITS
Field of Study : Transportation Building
Counsellor Lecture : Ir. Dunat Indratmo, MT
NIP : 19530323 198502 1 001

ABSTRACT

A construction project ideally finished in a shortest time and a lowest budget possible without neglecting the demanded quality, DED and also the construction code. Looking from the management aspect, those are highly feasible to achieve because of the well-known, long-used theory of Time Cost Trade off (TCTO) where the project item within the critical path is compressed, and as a result, an optimum time period and cost of project is obtained.

In this undergraduated thesis, the construction period of Mojokerto – Kertosono highway STA 5+000 – STA 24+900 was compressed with 2 alternative. compressing is use to shorten the project time. In this compressing, Time Cost Trade Off is used as a method.

After conducted the calculation, it was known that the optimum period is 463 days with Rp493,599,300,496.49,- as a total construction cost.

Keyword: Construction project of highway, Time Cost Trade Off, critical path

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Kuasa, yang telah menganugerahkan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga saya dapat menyelesaikan proposal tugas akhir dengan judul ini dengan baik dan lancar. Segala hambatan dan rintangan yang telah saya alami dalam proses penyusunan proposal tugas akhir ini telah menjadi sebuah pelajaran dan pengalaman berharga bagi kami untuk meningkatkan kinerja saya.

Terwujudnya proposal tugas akhir ini tidak terlepas dari bimbingan, serta bantuan dari semua pihak. Untuk itu, ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya patut saya berikan kepada :

1. Orangtua, yang selalu membantu, baik secara moral maupun material.
2. selaku dosen pembimbing, yang senantiasa membimbing dan mengarahkan saya, sehingga saya dapat menyelesaikan proposal tugas akhir ini dengan lancar.
3. Teman-teman mahasiswa dan semua pihak yang telah membantu saya dalam menyelesaikan proposal tugas akhir ini.

Semoga l tugas akhir ini dapat dan bermanfaat bagi pembaca pada umumnya. Tetapi, tak ada gading yang tak retak, begitu juga dengan saya. Saya menyadari, bahwa dalam penulisan dan penyusunan tugas akhir ini tidak terlepas dari kesalahan-kesalahan. Oleh sebab itu, saya mengharapkan koreksi dan saran yang bersifat membangun dari semua pihak.

Surabaya, Januari 2018

Penulis

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	Error! Bookmark not defined.
<i>ABSTRACT</i>	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan dan Manfaat.....	3
1.5 Lokasi Proyek.....	3
BAB II KAJIAN PUSTAKA	5
2.1 Uraian Umum.....	5
2.2 Biaya Proyek	6
2.2.1 Biaya Langsung (Direct Cost)	6
2.2.2 Biaya Tak Langsung	7
2.3 Bar Chart.....	8
2.4 Network Planning.....	9
2.4.1. Microsoft Project	10
2.5 Lintasan Kritis.....	15
2.6 Kurva S dan Koridor Operasional	15
2.7 Hubungan Waktu dan Biaya (TCTO).....	16

2.7.1	Terminologi dan Rumus Perhitungan	17
2.7.2	Prosedur Mepersingkat Waktu	17
2.8	Rencana Anggaran Biaya.....	19
BAB III METODOLOGI.....		21
3.1	Umum	21
3.2	Persiapan.....	21
3.3	Pengumpulan Data Sekunder	21
3.4	Pengolahan Data.....	22
3.5	Merencanakan Metode Pelaksanaan dan Time Schedule Proyek22	
3.6	Analisa dan Evaluasi Biaya.....	22
3.7	Percepatan Pekerjaan.....	22
3.8	Hasil dan Kesimpulan.....	23
3.9	Flow Chart	24
BAB IV PENGOLAHAN DATA		29
4.1	Metode Pelaksanaan	29
4.2	Perhitungan Prediksi Harga Proyek.....	50
4.3	Perhitungan Produktivitas Alat Berat	63
4.1.1	Pekerjaan Pembersihan Lahan.....	63
4.2.1	Pekerjaan Tanah.....	66
4.3.1	Pekerjaan Subgrade dan Sub Base Kelas B.....	74
4.4.1	Pekerjaan Lean Concrete.....	78
4.5.1	Pekerjaan Perkerasan	81
4.4	Perhitungan Durasi	85

4.1.1	Pembersihan Lahan.....	85
4.4.2	Galian Biasa	88
4.4.3	Borrow Material.....	90
4.4.4	Subgrade.....	93
4.4.5	Sub Base Kelas B.....	95
4.4.6	Lean Concrete.....	97
4.4.7	Perkerasan	99
4.4.8	Pekerjaan Drainase	101
4.4.9	Pekerjaan Lain-lain.....	103
BAB V PEMBAHASAN		105
5.1	Analisa Harga Satuan	105
5.2	Rencana Anggaran Biaya.....	107
5.3	Perhitungan Crash Duration dan Crash Cost.....	111
5.4	Perhitungan Cost Slope.....	114
5.5	Analisa Biaya dan Waktu Proyek.....	115
5.6	Biaya Tak Langsung.....	115
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN		117
6.1	Kesimpulan	117
6.2	Saran.....	117
DAFTAR PUSTAKA		119
LAMPIRAN.....		121
PENUTUP.....		161
BIODATA PENULIS		163

DAFTAR GAMBAR

BAB I PENDAHULUAN

Gambar 1. 1 Peta Jawa Timur	3
Gambar 1. 2 Lokasi Proyek Jalan Tol Mojokerto – Kertosono	4
Gambar 1. 3 Seksi 2 Proyek Jalan Tol Mojokerto – Kertosono	4

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Gambar 2. 1 Hubungan FS	13
Gambar 2. 2 Hubungan FF	13
Gambar 2. 3 Hubungan SS	14
Gambar 2. 4 Hubungan SF	14
Gambar 2. 5 Hubungan FS +3	14
Gambar 2. 6 Hubungan FS -3	15

DAFTAR TABEL

Tabel 4. 1Tingkat Indeks Harga Konstruksi.....	50
Tabel 4. 2 Hasil Tegresi Linier.....	52
Tabel 4. 3 Koefisien Perubahan Harga Pekerjaan	55
Tabel 4. 4 distribusi progress pekerjaan.....	57
Tabel 4. 5 nilai perubahan biaya pekerjaan untuk periode pelaksanaan Agustus 2013 sampai dengan Januari 2015	59
Tabel 4. 6 nilai perubahan biaya pekerjaan untuk periode pelaksanaan	61
Tabel 4. 7 Pekerjaan Pembersihan Lahan	63
Tabel 4. 8 Pekerjaan Borrow Material	66
Tabel 4. 9 Pekerjaan Sub Base Klas B dan Subgrade.....	69
Tabel 4. 10 Pekerjaan Subgrade dan Sub Base Kelas B	74
Tabel 4. 11 Pekerjaan Lean Concrete	78
Tabel 4. 12 Pekerjaan Perkerasan.....	81

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Proyek pembangunan jalan tol Mojokerto-Kertosono merupakan rangkaian dari program Trans Java Tollway System. Yaitu jalan tol yang dimulai dari Merak, Jawa Barat sampai dengan bagian timur Pulau Jawa yaitu Banyuwangi, Jawa Timur. Ada 10 ruas jaringan jalan tol di Jawa Timur diantaranya Tol Waru – Juanda (13,6 km), Jalan Tol Surabaya – Mojokerto (37 km) dan Jalan tol Mojokerto – Kertosono ini (41) dan masih ada 7 ruas jalan Tol lainnya yang masih berkendala.

Keberadaan jalan Tol ini sangat penting dalam kelancaran arus lalu lintas. Seiring meningkatnya jumlah lalu lintas yang diakibatkan bertambahnya jumlah kendaraan dan kondisi perkerasan jalan arteri yang sudah mengalami kerusakan (bergelombang dan retak-retak) pada beberapa lokasi di ruas jalan dan kemacetan yang terjadi akibat jalan yang rusak.

Pada proyek Mojokerto – Kertosono sendiri, pada saat ini mengalami sedikit keterlambatan dalam pengerjaan sehingga schedule pekerjaan pun sedikit bergeser dari yang semestinya telah dijadwalkan. Oleh karena itu dilakukan perencanaan, pengendalian waktu, dan biaya sehingga tidak sampai hal-hal yang tidak diinginkan misalnya keterlambatan suatu proyek, dan pembengkakan biaya pada suatu proyek. (Soeharto, 1999).

Kegiatan dalam suatu proyek dapat dipercepat dengan berbagai cara, yaitu :

1. Menambah jumlah pekerja
2. Dengan memperpanjang waktu kerja (lembur)
3. Dengan mengadakan shift pekerjaan
4. Dengan menggunakan alat bantu yang lebih produktif
5. Menggunakan material yang dapat lebih cepat pemasangannya
6. Menggunakan metode konstruksi lain yang lebih cepat (Ervianto, 2004)

Dalam pengerjaan tugas akhir ini dilakukan perhitungan biaya langsung dengan produktifitas baru dan penambahan jam kerja (lembur) dan jumlah alat berat. Menggunakan metode cost slope dan metode TCTO (Time Cost Trade Off). Dengan demikian diharapkan pengerjaan proyek jalan tol Mojokerto – Kertosono dapat selesai lebih cepat dari waktu normal dengan tetap mempertimbangkan biaya yang dibutuhkan.

1.2 Perumusan Masalah

Dengan berdasarkan latar belakang diatas, maka masalah yang terjadi pada tugas akhir ini sebagai berikut :

1. Berapa biaya pekerjaan langsung sesuai produktifitas baru pada pelaksanaan proyek ini?
2. Berapa biaya langsung pekerjaan sesuai produktifitas baru dengan menambah jam kerja (lembur) dan jumlah alat pada pelaksanaan proyek ini?
3. Menghitung waktu dan biaya optimum dengan metode time cost trade off.

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah yang terdapat pada tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Tidak membahas permasalahan yang terkait pembebasan lahan.
2. Tidak membahas masalah perhitungan perencanaan struktur jalan raya, pembuatan saluran drainase dan dimensi saluran.
3. Tidak menghitung pekerjaan jembatan dan overpass.
4. Menggunakan metode pelaksanaan sesuai dengan pelaksanaan proyek di lapangan (tanpa membuat metode baru).
5. Menggunakan harga satuan dan koefisien yang sesuai dengan HSPK 2017.

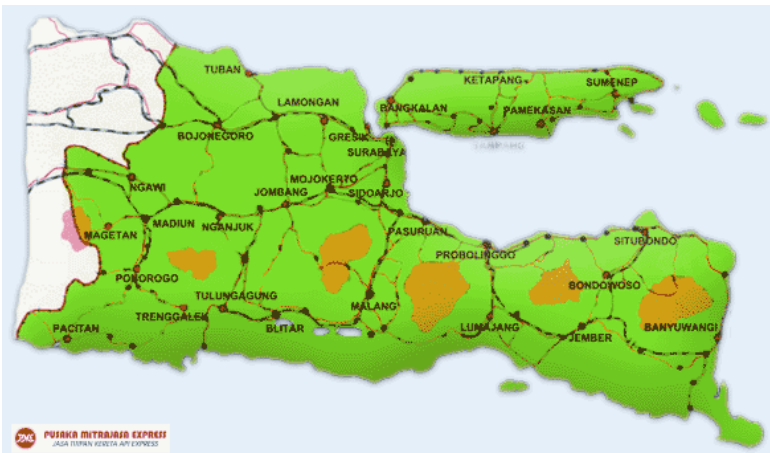
1.4 Tujuan dan Manfaat

Dengan berdasarkan pada masalah diatas, maka tujuan dari penulisan tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

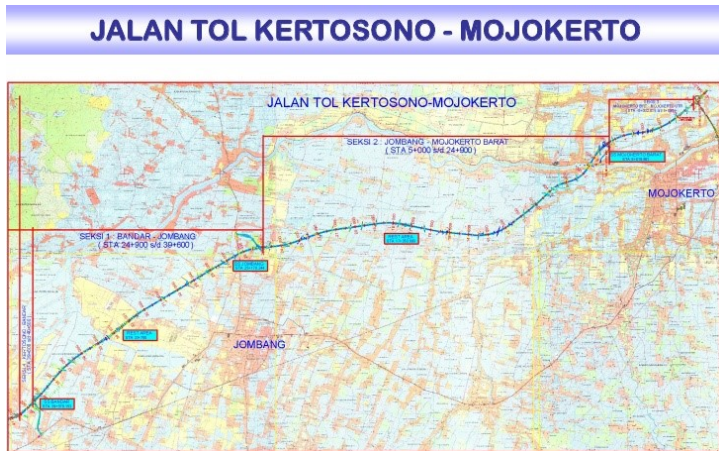
1. Mendapatkan biaya langsung pekerjaan sesuai produktifitas baru.
2. Mendapatkan biaya langsung pekerjaan sesuai produktifitas baru dengan menambah jam kerja (lembur) dan jumlah alat berat.
3. Mendapatkan waktu dan biaya optimum proyek dengan cara time cost trade off.

1.5 Lokasi Proyek

Kegiatan pembangunan jalan tol Mojokerto – Kertosono seksi 2 ini terletak di Kabupaten Mojokerto dan Kabupaten Jombang.



Gambar 1. 1 Peta Jawa Timur



Gambar 1. 2 Lokasi Proyek Jalan Tol Mojokerto – Kertosono



Gambar 1. 3 Seksi 2 Proyek Jalan Tol Mojokerto – Kertosono

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

2.1 Uraian Umum

Proyek adalah suatu aktifitas yang berlangsung dalam waktu tertentu dengan hasil akhir tertentu untuk mencapai tujuan, sasaran dan harapan – harapan penting yang menggunakan dana serta sumber daya yang tersedia, yang harus diselesaikan dalam jangka waktu tertentu. Ada juga yang menyebutkan, suatu aktifitas yang bertujuan untuk mewujudkan sebuah ide atau gagasan menjadi suatu kenyataan fisik. Bisa dikatakan bahwa proyek adalah proses untuk mewujudkan sesuatu dari yang tidak ada menjadi ada dengan biaya tertentu dan dalam batas waktu tertentu. (Soeharto, 1999).

Masalah yang sering timbul bila suatu proyek harus diselesaikan lebih cepat dari waktu yang telah direncanakan agar biayanya lebih hemat. Percepatan menyelesaikan proyek tersebut akan berpengaruh terhadap biaya-biaya proyek sehingga percepatan waktu tersebut tidak dapat dilaksanakan tanpa perencanaan yang matang. Ada beberapa komponen proyek yang bisa dioptimalkan untuk mendapatkan percepatan waktu pelaksanaan proyek antara lain :

1. Tenaga kerja

Yaitu dengan menambah jumlah jam kerja (jam lembur), sehingga hasil kerja yang didapatkan dari tenaga kerja yang telah ada akan bertambah. Dalam tugas akhir ini, untuk mendapatkan pertambahan kuantitas hasil kerja, dilakukan penambahan jumlah jam kerja atau lembur, dengan dilakukan penambahan jumlah jam kerja atau lembur, dengan cara penambahan waktu selama 3 jam dari jam kerja pada saat normal.

2. Biaya

Dalam merencanakan pelaksanaan suatu proyek konstruksi perlu dianalisa komponen-komponen biaya dan waktu yang ada di dalamnya, yang mana diantara komponen-komponen tersebut ada keterkaitan yang tidak dapat dipisahkan. Komponen-komponen tersebut mengandung sejumlah aktifitas yang di dalamnya terdapat hubungan antara waktu dan biaya.

2.2 Biaya Proyek

Biaya proyek konstruksi sendiri dibagi menjadi 2 kelompok (Soeharto,1999), yaitu :

- 1) Biaya langsung terdiri dari :
 - a. Biaya bahan / material
 - b. Upah buruh / man power
 - c. Biaya peralatan / equipments
- 2) Biaya tidak langsung terdiri dari :
 - a. Biaya overhead
 - b. Biaya tidak terduga / contingencies
 - c. Keuntungan / profit

2.2.1 Biaya Langsung (Direct Cost)

Biaya langsung adalah biaya yang langsung berhubungan dengan pekerjaan konstruksi / bangunan, sedang biaya tidak langsung adalah biaya yang tidak secara langsung berhubungan dengan pekerjaan konstruksi tetapi harus ada dan tidak dapat dilepaskan dari proyek tersebut. Biaya proyek konstruksi yang dibahas disini adalah biaya estimasi detail yang dibuat oleh kontraktor. Hal-hal yang perlu diperhatikan di dalam membuat estimasi biaya proyek adalah :

- 1) Menghitung volume / kuantitas pekerjaan
- 2) Menghitung harga satuan

3) Menghitung biaya langsung

Hal-hal yang perlu diperhatikan pada perhitungan biaya langsung adalah :

- a. *Bahan Bangunan*, dan dalam menghitung biaya bahan bangunan harus diperhatikan bahan sisa/yang terbuang, harga loco atau franco mana, dan mencari harga terbaik yang masih memenuhi syarat dalam dokumen lelang, serta cara pembayaran kepada supplier.
- b. *Upah buruh*, untuk menghitung upah buruh harus dibedakan apakah upah harian, upah borongan per unit volume atau upah borongan keseluruhan. Dalam menentukan upah buruh selain tarip upahnya yang perlu diperhatikan faktor-faktor kemampuan dan kapasitas kerjanya. Perlu diantisipasi juga apakah buruh yang dipekerjakan didatangkan dari daerah sekitar lokasi proyek, atau didatangkan dari daerah lain, hal ini menyangkut ongkos transport, penginapan, gaji extra dan hal lain yang disepakati dengan buruh pada saat mulai kerja. Dalam mengupah buruh hal yang perlu diperhatikan juga adalah undangundang perburuhan yang berlaku saat itu.
- c. *Peralatan*, untuk menghitung biaya peralatan yang disewa hal yang diperhatikan adalah ongkos keluar masuk peralatan, ongkos operator yang menjalankan peralatan, biaya bahan bakar dan spare part peralatan serta biaya reparasi peralatan. Sedang untuk peralatan yang dibeli hal yang perlu diperhatikan adalah bunga investasi, depresiasi, reparasi besar, biaya pemeliharaan dan ongkos mobilisasi peralatan.

2.2.2 Biaya Tak Langsung

Biaya tak langsung adalah biaya untuk kejadian-kejadian yang mungkin bisa terjadi dan mungkin bisa tidak terjadi. Misalnya terjadinya banjir, tanah longsor, badai, kebakaran dan sebagainya,

dimana sulit untuk memprediksi besarnya biaya tersebut tetapi harus juga diperkirakan / dianggarkan untuk hal-hal tersebut terjadi. Pada umumnya biaya tidak terduga ini diperkirakan antara ½% sampai 5% dari biaya total kontrak. Biaya tak langsung meliputi antara lain :

- a. Gaji tetap dan tunjangan bagi tim manajemen, tenaga bidang engineering, inspector, dan lain-lain.
- b. Pembangunan fasilitas sementara. Termasuk perumahan darurat tenaga kerja, penyediaan air, listrik, fasilitas komunikasi sementara, dan lain-lain.
- c. Pengeluaran umum. Butir ini meliputi bermacam keperluan tetapi tidak dapat dimasukkan kedalam butir yang lain seperti small tools, pemakaian sekali lewat, misalnya kawat las.
- d. Kontingensi laba atau fee. Kontingensi dimaksudkan untuk menutupi hal-hal yang belum pasti.
- e. Overhead. Butir ini meliputi biaya untuk operasi perusahaan secara keseluruhan, terlepas dari ada atau tidak adanya suatu kontrak yang sedang ditangani. Misalnya, biaya pemasaran, advertensi, gaji eksekutif, sewa kantor, dan lain-lain.
- f. Pajak, pungutan / sumbangan, biaya izin, dan asuransi.

2.3 Bar Chart

Metode Bagan Balok diperkenalkan oleh H.L Gantt, dengan tujuan mengidentifikasi unsur waktu dan urutan dalam merencanakan urutan suatu kegiatan yang terdiri dari waktu mulai, waktu penyelesaian dan pada saat pelaporan. Bagan balok mudah dibuat dan dipahami sehingga amat berguna sebagai alat komunikasi dalam penyelenggaraan proyek.

Bagan balok dapat dibuat secara manual atau dengan menggunakan computer. Bagan ini tersusun pada koordinat X dan Y. Pada sumbu tegak lurus X, dicatat pekerjaan atau elemen atau paket kerja dari hasil penguraian lingkup suatu proyek dan digambar sebagai balok. Sedangkan pada koordinat sumbu Y, tertulis satuan waktu, misalnya hari, minggu, atau bulan.

Penggunaan metode bagan balok sangat terbatas karena mempunyai kelemahan-kelemahan seperti tidak menunjukkan secara spesifik hubungan ketergantungan antara satu kegiatan dengan yang lain sehingga sulit untuk mengetahui dampak yang diakibatkan oleh keterlambatan satu kegiatan terhadap jadwal keseluruhan proyek, sukar mengadakan perbaikan atau pembaharuan (updating) karena umumnya harus dilakukan dengan membuat bagan balok baru, selain itu juga tidak cocok untuk proyek yang berukuran sedang dan besar atau yang bersifat kompleks disebabkan kurangnya kemampuan penyajian secara sistematis karena harus menyusun sedemikian besar jumlah kegiatan yang mencapai puluhan ribu dan memiliki keterkaitan antara satu kegiatan dengan yang lainnya.

Sampai saat ini metode diagram balok masih digunakan secara luas baik berdiri sendiri maupun di gabung dengan metode lain, hal ini karena banyak keuntungannya antara lain :

1. Bentuk grafiknya sederhana dan mudah mengidentifikasi ada keterlambatan proyek maka hanya ada sedikit pembetulan.
2. Bila digabung dengan metode lain dapat dipakai untuk perencanaan dan pengendalian pada aspek yang lebih luas.

Meski memiliki segi keuntungan seperti yang dijelaskan diatas tetapi penggunaannya terbatas terkait dalam proyek pembangunan industri yang berukuran sedang dan besar, hal ini disebabkan oleh :

1. Hubungan masing-masing aktifitas tidak bisa dilihat dengan jelas.
2. Bila terjadi keterlambatan sulit mengetahui seberapa jauh hal ini mempengaruhi jadwal proyek.

2.4 Network Planning

Dengan perkembangan teknologi saat ini, network planning dapat menggunakan program computer Microsoft Project.

Microsoft Project adalah suatu paket program computer yang membantu penyusunan perencanaan dan pemantauan jadwal suatu proyek. Program ini digunakan untuk membantu perhitungan jadwal suatu proyek secara terperinci kegiatan demi kegiatan, membantu melakukan pencatatan dan pemantauan terhadap penggunaan sumber daya, baik yang berupa sumber daya manusia, peralatan, maupun bahan. Dengan program computer ini dapat mencatat jam kerja, para pegawai, jam lembur, dan menghitung pengeluaran untuk biaya tenaga kerja serta menyajikan laporan pada setiap posisi sesuai perkembangan yang terjadi pada proyek.

Pada program computer ini menggunakan metode Bar chart atau diagram batang mula-mula yang diperkenalkan oleh Hendri Lawrence Gantt pada tahun 1917. Bar chart adalah grafik batang horizontal yang menggambarkan rangkaian tugas suatu proyek. Melalui grafik tersebut dapat dilakukan perencanaan dan pemantauan atas tugas-tugas suatu proyek. Metode tersebut bertujuan mengidentifikasi unsur waktu dan urutan merencanakan suatu kegiatan yang terdiri dari waktu mulai, waktu selesai, dan waktu pelaporan.

2.4.1. Microsoft Project

Langkah pertama dalam menjalankan Microsoft Project yaitu setelah membuka program, dilanjutkan dengan memasukkan data hierarki atau rangkaian pekerjaan mulai pekerjaan persiapan hingga selesainya pekerjaan dalam proyek tersebut. Langkah selanjutnya yaitu menentukan durasi setiap item pekerjaan. Ada beberapa informasi waktu proyek yang akan dimasukkan kedalam program, yaitu start date, Finish date, schedule from, current date, status date, Calendar, dan priority.

2.4.1.1. Start Date

Start date merupakan penetapan tanggal mulainya proyek, secara otomatis program akan menetapkan hari setelah memasukkan data waktu atau durasinya. Tanggal pada start date dapat diatur sesuai jadwal proyek dengan

mengisi bulan,tanggal, dan tahun dilaksanakannya pekerjaan

2.4.1.2. Finish Date

Finish date merupakan penetapan tanggal berakhirnya proyek. Dengan menentukan waktu berakhirnya proyek secara otomatis program akan menghitung tanggal dimulainya proyek.

2.4.1.3. Schedule from

Schedule from merupakan pendekatan penjadwalan proyek yang ditetapkan dari project start date atau project finish date. Project start date merupakan pendekatan penjadwalan proyek dengan menentukan tanggal dimulainya proyek, kemudian menjadwalkan ke depan dari tanggal tersebut. sedangkan project finish date adalah kebalikannya,menetapkan batas akhir project terlebih dahulu kemudian menjadwalkan kebelakang. Jika dipilihstart date dalam pendekatan penjadwalan maka semua tugas yang dimasukkan memiliki konstrain tipe ASAP(As Soon As Possible), sedangkan pilihan finish date memiliki konstrain ALAP (As Late As Possible).

2.4.1.4. Current Date

Current date merupakan informasi tanggal berjalan yang akan berubah secara otomatis sesuai perubahan tanggal.

2.4.1.5. Status Date

Status date merupakan tanggal yang ditetapkan untuk melaporkan waktu, biaya dan kondisi proyek. Selain itu Status date berguna untuk menggambarkan kemajuan proyek.

2.4.1.6. Calendar

Calendar merupakan penetapan basis kalender yang digunakan dalam mengelola proyek. Ada tiga pilihan yaitu, standard, Night Shift atau 24Hour. Kalender proyek akan menghitung waktu kerja, menghitung durasi, Lead time, dan Lag time pada pekerjaan.

2.4.1.7. Priority

Priority merupakan angka tingkat kepentingan apabila proyek tersebut merupakan multiple proyek sehingga, apabila terjadi penundaan akibat konflik sumber daya maka akan mengikuti prioritas yang telah ditentukan. Untuk paling penting dimasukkan angka dari “0” (nol) sampai “1000” (paling tidak penting) dan secara default tertulis “500”.

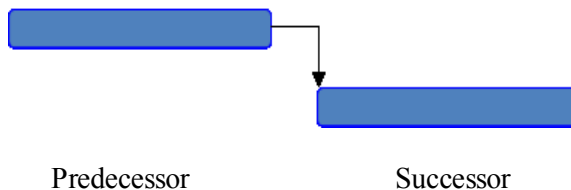
2.4.1.8. Fase Penjadwalan

Fase penjadwalan adalah fase penetapan hubungan antar tugas pada suatu proyek. Setelah hubungan antar tugas ditetapkan, gambaran atau potret proyek secara keseluruhan akan nampak. Sehingga dapat dilihat jadwal proyek yang dihasilkan berada dalam rentang waktu yang ditetapkan atau tidak. Selanjutnya dapat pula dilihat tugas-tugas pada lintasan kritis.

Secara umum ada empat hubungan antar tugas , yaitu Finish to start (FS), Finish to Finish (FF), Start to start (SS), Start to Finish (SF). Untuk menentukan hubungan antar tugas harus ditentukan dahulu Predecessor dan Successor. Predecessor merupakan suatu pekerjaan yang harus dimulai/diakhiri sebelum pekerjaan yang lain dimulai/diakhiri atau suatu pekerjaan yang mendahului suatu pekerjaan tertentu. Sehingga predecessor adalah suatu prasyarat yang

dalam hal ini suatu pekerjaan yang harus diselesaikan sebelum pekerjaan tertentu dilakukan. Successor adalah kebalikan dari predecessor yaitu pekerjaan yang dapat dimulai /diakhiri sebelum suatu pekerjaan tertentu dimulai/diakhiri

Hubungan Finish to Start (FS) merupakan hubungan antara dua tugas yang mana bila tugas pertama selesai maka pada saat itu tugas kedua dapat dimulai



Gambar 2. 1 Hubungan FS

Hubungan Finish to Finish (FF) merupakan hubungan antara dua pekerjaan yang mana kedua pekerjaan tersebut selesai pada waktu yang bersamaan



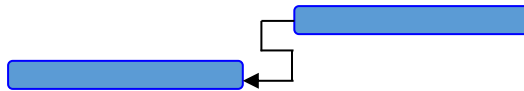
Gambar 2. 2 Hubungan FF

Hubungan start to start (SS) merupakan hubungan antara dua pekerjaan yang mana kedua pekerjaan tersebut dimulai pada waktu bersamaan.



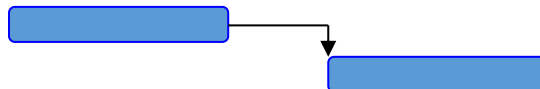
Gambar 2. 3 Hubungan SS

Hubungan Start to Finish (SF) merupakan hubungan antara dua pekerjaan yang mana tugas pertama boleh selesai apabila tugas kedua dimulai.



Gambar 2. 4 Hubungan SF

Disamping keempat hubungan diatas ada hubungan lain yang sifatnya turunan. Hubungan turunan dicirikan dengan adanya penekanan waktu (lead time) atau penguluran waktu. Berikut gambaran hubungan FS dengan Lag Time:



Gambar 2. 5 Hubungan FS +3

Maksud dari FS+3 adalah hubungan antara kedua pekerjaan adalah finish to start dengan penguluran waktu 3 hari. Atau pekerjaan selanjutnya dimulai setelah 3 hari selesainya pekerjaan pertama.

Sedangkan gambaran hubungan FS dengan Lead time adalah sebagai berikut:



Gambar 2. 6 Hubungan FS -3

Maksud dari FS-3 adalah hubungan antara kedua pekerjaan adalah Finish to start dengan penekanan waktu 3 hari.atau pekerjaan kedua dimulai setelah pekerjaan pertama berjalan 3 hari

2.5 Lintasan Kritis

Metode lintasan kritis (*critical Path Method*) merupakan sebuah metode yang digunakan untuk mengontrol jalannya suatu proyek yang bertujuan untuk mengetahui dengan cepat, kegiatan mana yang mengalami keterlambatan pelaksanaan, lintasan kritis adalah lintasan dengan kumpulan kegiatan yang mempunyai durasi terpanjang yang dapat diketahui bila kegiatannya tanpa penguluran waktu. Dalam program Microsoft project lintasan kritis ditandai dengan warna merah dan lintasan non kritis berwarna biru.

2.6 Kurva S dan Koridor Operasional

Kurva S adalah sebuah grafik yang dikembangkan oleh Warren T. Hanumm atas dasar pengamatan terhadap suatu proyek sejak awal hingga akhir. Pada grafik kurva S, sumbu horizontalnya menyatakan jumlah pemakaian sumber daya kumulatif di hari pertama sampai hari tertentu. Pada umumnya kurva S dimulai di sudut kiri bawah dan berakhir di titik puncak sudut kanan atas dan membentuk huruf S. bentuk demikian terjadi karena volume kegiatan pada awal biasanya masih sedikit, kemudian pada

pertengahan meningkat dalam jumlah cukup besar, lalu pada akhir proyek volume kegiatan kembali mengecil.

Untuk lebih menjelaskan pemakaian sumber daya tertentu selama pelaksanaan proyek, digunakan grafik-grafik pemakaian sumber daya kumulatif. .

Pada umumnya kurva S tipe I dan kurva S tipe II dimulai dari sudut kiri bawah, dan berakhir pada puncak di sudut kanan atas (pada- sumbu horizontal meningkat ke kanan dan sumbu vertical meningkat ke atas).

Daerah yang dibatasi oleh kedua kurva S tadi adalah daerah yang dimana pelaksanaannya pemakaian sumber daya tertentu dimungkinkan, dan untuk selanjutnya daerah tersebut disebut Koridor Operator. Pelaksanaannya sebelum daerah koridor operasional tidak mungkin dan pelaksanaan sesudah daerah koridor operasional tidak diperbolehkan, sebab akan memperlambat proyek. Bila pelaksanaan pemakaian sumber daya jatuh pada daerah koridor operasional, maka penyelesaian proyek kemungkinan besar akan tepat waktu.

2.7 Hubungan Waktu dan Biaya (TCTO)

Penyesuaian durasi proyek (time cost trade off) dimaksudkan untuk mengatasi masalah-masalah seperti proses penjadwalan durasi proyek yang tidak sesuai dengan durasi kontrak terjadi keterlambatan pada menjadi lebih cepat biasanya adalah dengan menambah sumber daya yang nantinya akan menambah biaya proyek tersebut.

Bila waktu penyesuaian proyek lebih besar dari waktu normal dimana $t > t_n$, maka proyek akan terlambat yang berarti biaya bertambah dan penggunaan sumber daya menjadi tidak efektif. Bila waktu dipercepat dengan waktu penyelesaian kurang dari waktu normal, dimana $t < t_n$ maka biaya juga meningkat karena jumlah sumber daya ditambah sesuai kebutuhan. Untuk mendapatkan keadaan demikian dilakukan crashing program terhadap kegiatan – kegiatan yang berada dalam lintasan kritis.

Proses mempercepat kurun waktu disebut crash program, dengan tujuan untuk memperpendek jadwal penyelesaian kegiatan atau proyek dengan kenaikan biaya yang minimal.

2.7.1 Terminologi dan Rumus Perhitungan

1. Kurun waktu normal adalah kurun waktu yang diperlukan untuk melakukan kegiatan sampai selesai, dengan cara yang efisien tetapi diluar pertimbangan adanya kerja lembur dan usaha-usaha khusus lainnya, seperti menyewa peralatan yang lebih canggih.
2. Biaya normal adalah biaya langsung yang diperlukan untuk menyelesaikan kegiatan dengan kurun waktu normal.
3. Kurun waktu dipersingkat (crash time) adalah waktu dipersingkat untuk menyelesaikan suatu kegiatan yang secara teknis masih mungkin. Disini dianggap sumber daya bukan merupakan hambatan.
4. Biaya untuk waktu dipersingkat (Crash Cost) adalah jumlah biaya langsung untuk menyelesaikan pekerjaan dengan kurun waktu tersingkat.

Jika seandainya diketahui bentuk kurva waktu-biaya suatu kegiatan, artinya dengan mengetahui berapa *slope* atau sudut kemiringannya, maka bisa dihitung berapa besar biaya untuk mempersingkat waktu satu hari dengan rumus :

$$\text{slope biaya} = \frac{\text{biaya dipersingkat} - \text{biaya normal}}{\text{waktu normal} - \text{waktu dipersingkat}}$$

2.7.2 Prosedur Mepersingkat Waktu

Menurut Imam Soeharto pada bukunya “Manajemen proyek (dari konseptual sampai operasional)” tahun 1999 menjelaskan

bahwa garis besar prosedur mempersingkat waktu adalah sebagai berikut :

- 1) Menghitung waktu penyelesaian proyek dan identifikasi float dengan CPM, memakai kurun waktu normal.
- 2) Menentukan biaya normal masing-masing kegiatan.
- 3) Menentukan biaya dipercepat masing-masing kegiatan.
- 4) Menghitung slope biaya masing-masing komponen kegiatan.
- 5) Mempersingkat kurun waktu kegiatan, dimulai dari kegiatan kritis yang mempunyai slope biaya terendah.
- 6) Setiap kali selesai mempercepat kegiatan, teliti kemungkinan adanya float yang mungkin dapat dipakai untuk mengulur waktu kegiatan yang bersangkutan untuk memperkecil biaya.
- 7) Bila dalam proses mempercepat waktu proyek terbentuk jalur kritis baru, maka percepat kegiatan-kegiatan kritis yang mempunyai kombinasi slope biaya terendah.
- 8) Meneruskan mempersingkat waktu kegiatan sampai titik TPD.
- 9) Buat tabulasi biaya versus waktu, gambarkan dalam grafik dan hubungkan titik normal (biaya dan waktu normal), titik-titik yang terbentuk setiap kali mempersingkat kegiatan, sampai dengan titik-titik TPD.
- 10) Hitung biaya tidak langsung proyek dan gambarkan pada kertas grafik.
- 11) Jumlahkan biaya langsung dan tidak langsung untuk mencari biaya total sebelum kurun waktu yang diinginkan. Periksa pada grafik biaya total untuk mencapai waktu optimal, yaitu kurun waktu penyelesaian proyek dengan biaya terendah.

Untuk penambahan jam kerja (lembur) perlu diperhatikan kemampuan bekerja dari pekerja. Dan untuk penambahan jumlah pekerja dan alat pekerjaan perlu diperhatikan produktifitas alat sehingga ada keseimbangan produksi masing-masing alat.

2.8 Rencana Anggaran Biaya

Rencana anggaran biaya adalah perkiraan besarnya biaya yang diperlukan untuk membiayai pelaksanaan hasil pekerjaan dilapangan. Perkiraan biaya tersebut didapatkan dengan menjumlahkan hasil perkalian antara harga satuan masing-masing pekerjaan dengan volume masing-masing pekerjaan.

RAB sendiri memiliki komponen sebagai berikut :

1) Volume

Volume pekerjaan merupakan salah satu faktor yang sangat penting dalam perhitungan Rencana Anggaran Biaya, yaitu sebagai salah faktor pengali untuk harga satuan. Perhitungan volume ini didasarkan pada perencanaan profil melintang (*Cross Section*) dan profil memanjang (*Long Section*).

2) Harga Satuan Pekerjaan

Harga satuan pekerjaan merupakan hasil yang diperoleh dari proses perhitungan dari masukan-masukan antara lain berupa harga satuan dasar untuk bahan, alat, upah, tenaga kerja serta biaya umum dan laba. Berdasarkan masukan tersebut dilakukan perhitungan untuk menentukan koefisien bahan, upah tenaga kerja dan peralatan setelah terlebih dahulu menentukan asumsi-asumsi faktor-faktor serta prosedur kerjanya. Jumlah dari seluruh hasil perkalian koefisien tersebut dengan harga satuan ditambah dengan biaya umum dan laba akan menghasilkan harga satuan pekerjaan.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB III METODOLOGI

3.1 Umum

Dalam tahap ini kondisi dan keadaan lokasi proyek harus dipelajari terlebih dahulu. Selanjutnya merumuskan apa saja permasalahan yang timbul, yang berkaitan dengan Tugas Akhir ini. Setelah itu ditetapkan tujuan – tujuan yang harus dicapai agar permasalahan yang ada terselesaikan. Untuk mempermudah pembahasan dan agar tidak menyimpang terlalu jauh diberikan suatu batasan studi, dimana di dalamnya memuat hal-hal yang dikerjakan dan hal-hal yang tidak dikerjakan, serta asumsi-asumsi yang diambil untuk mempermudah penyelesaian studi ini.

3.2 Persiapan

Persiapan yang tercakup dalam serangkaian kegiatan meliputi :

- a. Mencari informasi mengenai tempat meminjam data untuk dijadikan bahan tugas akhir.
- b. Mencari data ke instansi / perusahaan yang terkait.
- c. Membuat dan mengajukan berkas-berkas yang diperlukan untuk memperoleh data. Dalam hal ini yaitu proposal dan surat pengantar dari Kaprodi untuk pengajuan peminjaman data.
- d. Mengumpulkan data yang sekiranya dapat mendukung dalam penyusunan laporan tugas akhir.
- e. Mempelajari semua data dan yang berkaitan dengan hal-hal yang menunjang isi Tugas Akhir.

3.3 Pengumpulan Data Sekunder

Dalam penyusunan tugas akhir ini, data sekunder yang digunakan sebagai berikut :

- a. Gambar rencana
- b. Analisa harga satuan pokok
- c. Data produktifitas alat-alat berat

- d. Data produktifitas pekerjaan
- e. Jenis kegiatan

3.4 Pengolahan Data

Pada pengolahan data ini yang dilakukan adalah dengan memperhitungkan teknis secara lengkap untuk menghasilkan data masukan dalam proses perencanaan selanjutnya.

3.5 Merencanakan Metode Pelaksanaan dan Time Schedule Proyek

Merencanakan beberapa alternative metode pelaksanaan untuk perbandingan sehingga mendapatkan hasil waktu pengerjaan proyek yang cepat dan tepat dengan biaya seminimal mungkin.

Time Schedule proyek dibuat agar diteliti mana yang dapat dikerjakan secara parallel ataupun seri sehingga dapat mengheat waktu pelaksanaan. Juga dibuat perkiraan berapa lama pelaksanaan masing – masing aktifitas yang bersangkutan.

3.6 Analisa dan Evaluasi Biaya

Untuk melakukan estimasi atau perkiraan biaya, diperlukan dua parameter, yaitu kuantitas dan harga satuan. Bila kuantitas dikaitkan dengan harga stuan yang bersangkutan, akan diperoleh jumlah perkiraan biaya. Angka uang menunjukkan kuantitas umumnya diperoleh dari metode pelaksanaan.

Sedangkan untuk mendapatkan harga satuan bisa dengan cara melihat standart HSPK (Harga Satuan Pokok Kegiatan). Data ini diperoleh dari instansi yang terkait.

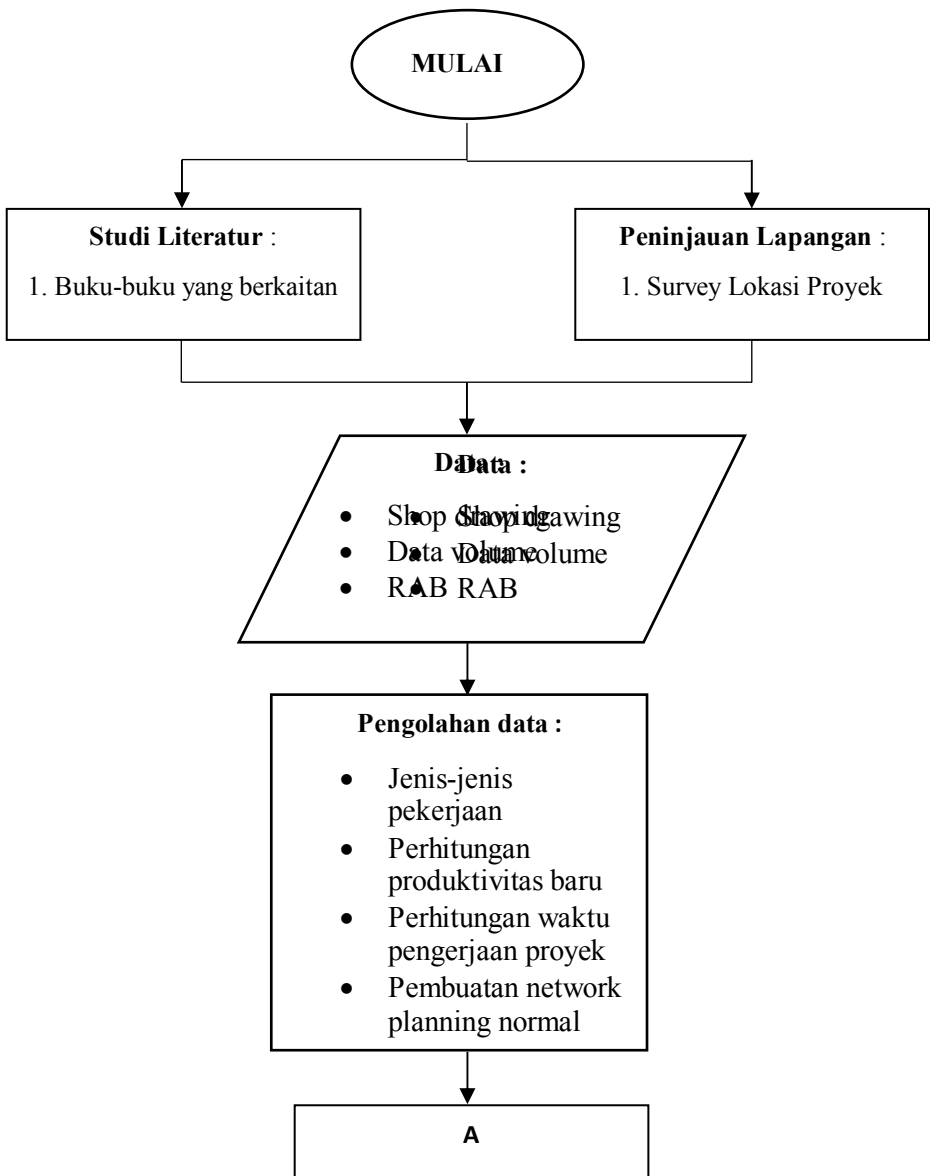
3.7 Percepatan Pekerjaan

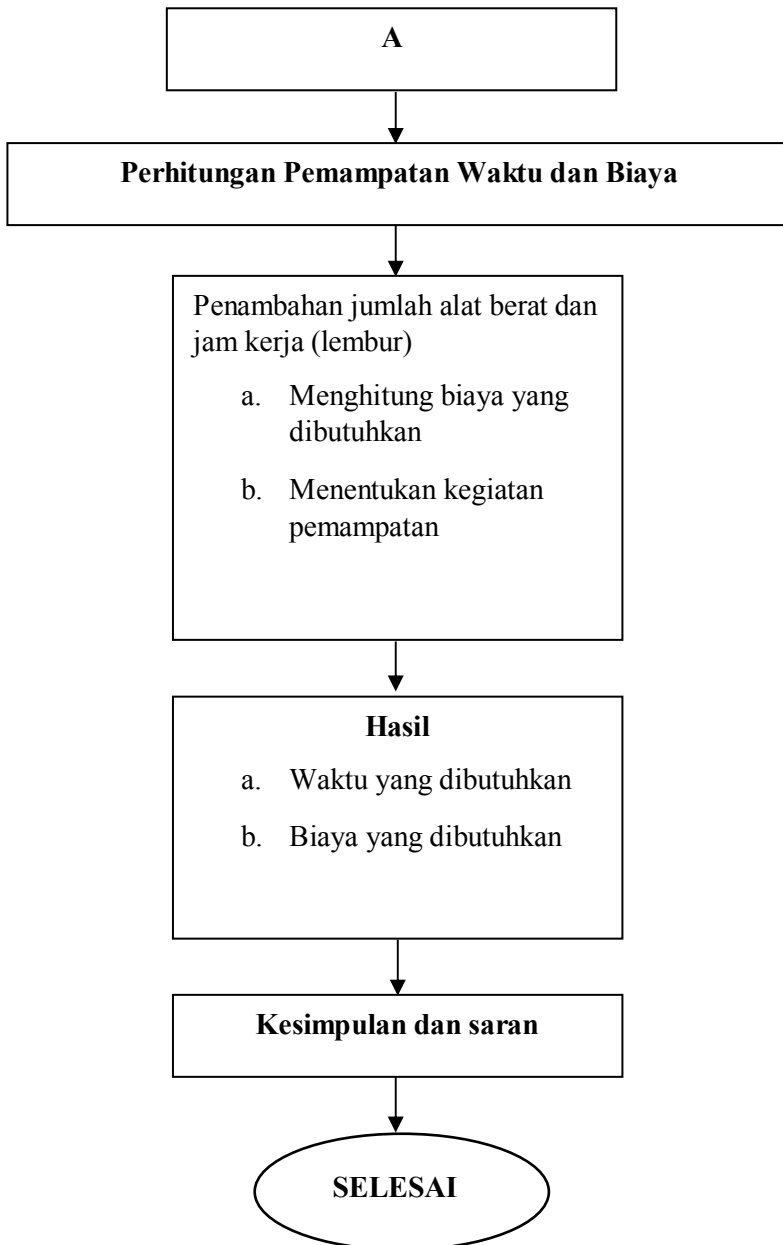
Percepatan pekerjaan dilakukan untuk mengetahui waktu pelaksanaan optimal suatu proyek dengan biaya terendah.

3.8 Hasil dan Kesimpulan

Pada bagian ini berisi mengenai kesimpulan dan saran yang diambil dari hasil percepatan dengan dua alternative yang dilakukan.

3.9 Flow Chart





(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB IV

PENGOLAHAN DATA

4.1 Metode Pelaksanaan

Metode pelaksanaan pekerjaan merupakan salah satu komponen paling utama dalam pengerjaan suatu proyek. Metode pelaksanaan yang tepat dapat mempercepat pengerjaan kegiatan sehingga proyek dapat selesai lebih cepat dari perkiraan dan kontraktor mendapatkan keuntungan dari percepatan tersebut.

4.1.1 Pembersihan Lahan

Lingkup Kerja :

Pekerjaan ini meliputi :

1. Pembersihan, pembongkaran dan pembuangan lapisan tanah permukaan.
2. Pembersihan dan pembuangan tumbuh-tumbuhan diameter kurang dari 20 cm dan puing-puing di dalam area kerja.

Sumber Daya Alat

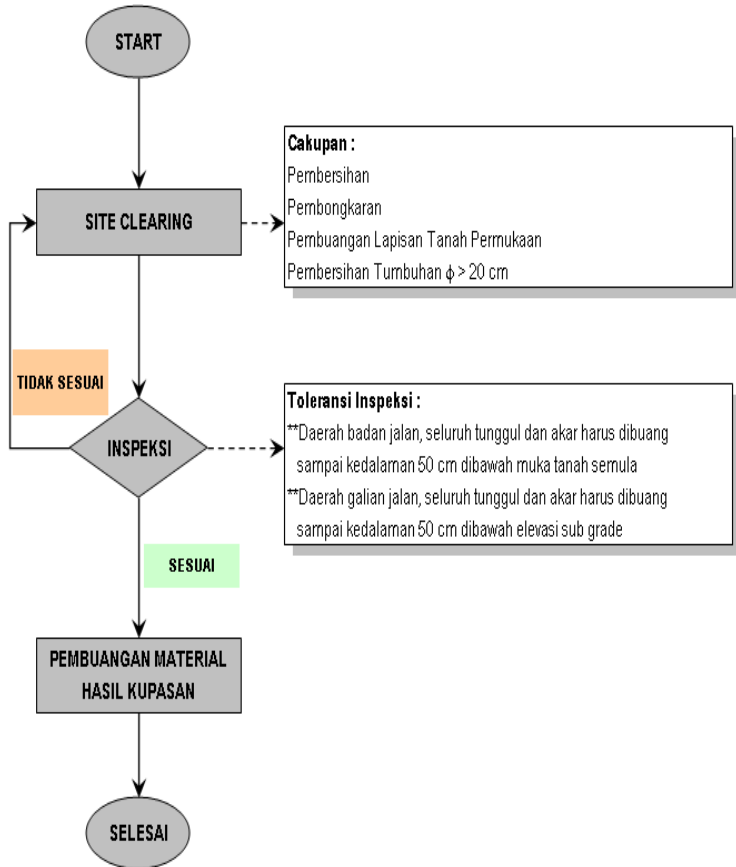
1. Bulldozer
2. Excavator
3. Dump Truck

Sumber daya manusia

1. Pelaksana
2. Flagman
3. Operator



Urutan Kerja

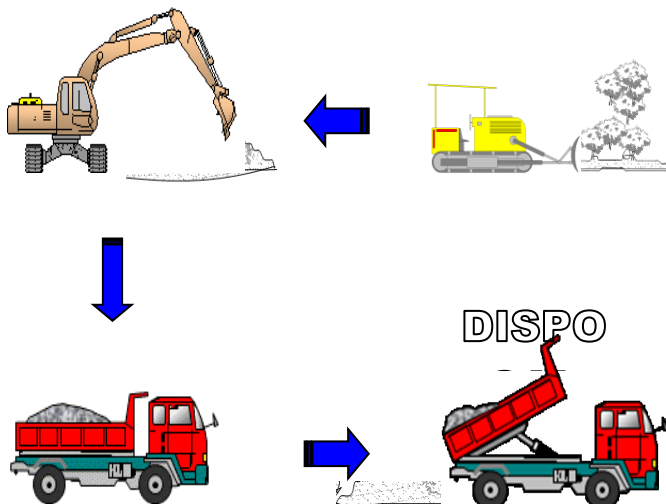


Metode Pelaksanaan

1. Pemimpin Proyek akan menetapkan batas-batas pekerjaan, dan menentukan seluruh pohon, semak, tumbuhan dan benda-benda yang harus tetap berada di tempatnya.
2. Semua obyek yang berada diatas muka tanah selain point 1 diatas, harus dibersihkan dan/atau dibongkar untuk dibuang.
3. Daerah dibawah timbunan badan jalan, seluruh tunggul dan akar harus dibuang sampai kedalaman sekurang-kurangnya 50 cm dibawah lapisan jalan yang terbawah.
4. Daerah galian jalan, seluruh tunggul dan akar harus dibuang sampai kedalaman sekurang-kurangnya 50 cm dibawah elevasi sub-grade.
5. Pembersihan semua obyek dilakukan dengan menggunakan alat berat "**Bulldozer**".
6. Hasil pembersihan dikumpulkan pada satu tempat sementara dengan menggunakan alat berat "**Excavator**".
7. Selanjutnya dibuang ke disposal area dengan menggunakan alat berat "**Dump Truck**".



Diskripsi



4.1.2 Pekerjaan Tanah

4.1.2.1 Metode Pelaksanaan Borrow Material



Lingkup Kerja :

Pekerjaan Pembuatan lapisan timbunan yang dipadatkan lapis demi lapis maksimal tebal 20 cm perlayer.



Sumber Daya Alat

- Excavator
- Vibro Compactor
- Motor Grader
- Dump Truk
- Bulldozer

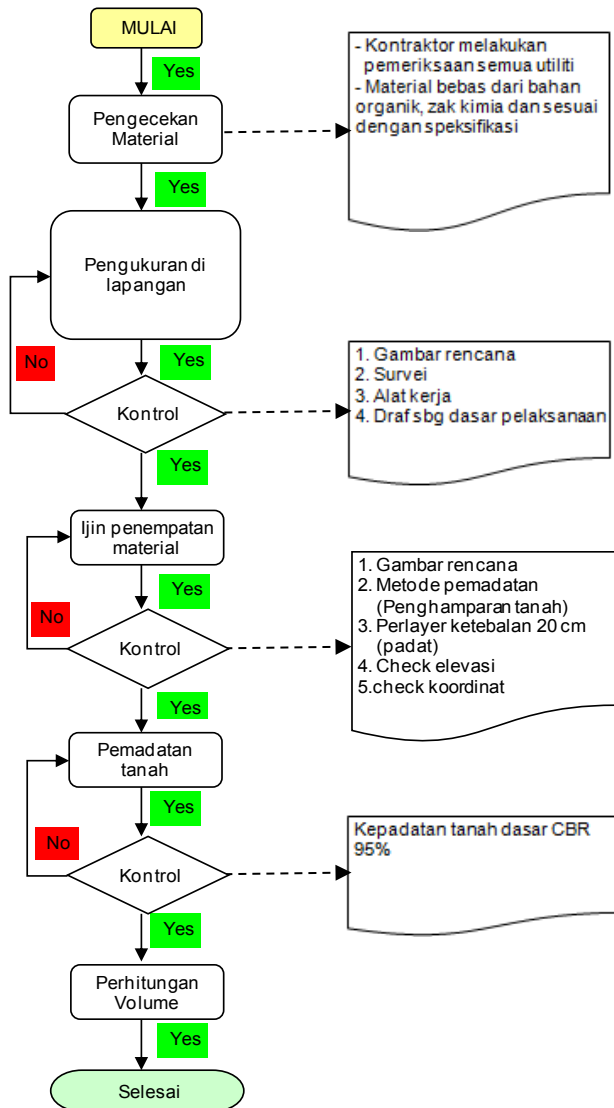


Sumber daya manusia

- Pelaksana
- Flagman
- Operator



Urutan Kerja





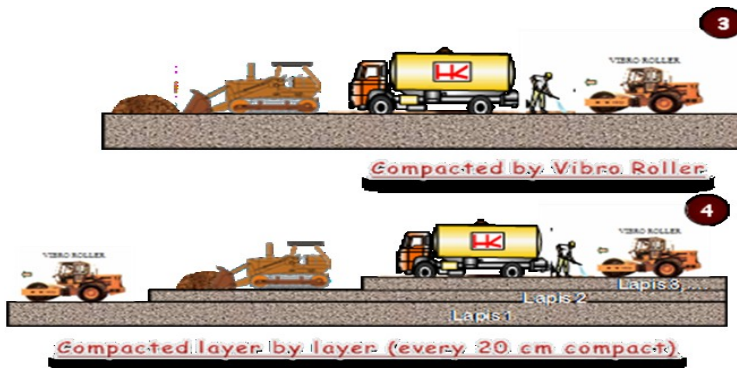
Metode Pelaksanaan

1. Pendaratan material sesuai dengan spesifikasi yang disyaratkan seperti dalam kontrak.
2. Penggelaran material timbunan pada lokasi yang telah ditentukan dengan ketebalan sesuai yang disyaratkan yaitu 20 cm
3. Perataan hasil hamparan timbunan agar memperoleh kondisi permukaan yang rata, dilakukan dengan menggunakan alat berat **"Bulldozer"**
4. Pembentukan kemiringan jalan dengan menggunakan **"Motor Grader"**
5. Pemadatan dilakukan dengan **"Vibro Compactor"** sesuai lintasan yang disyaratkan.



Diskripsi





4.1.2.2 Metode Pelaksanaan Galian

✚ Lingkup Kerja :

Pekerjaan ini meliputi penggalian tanah permukaan dengan kedalaman lebih dari 20 cm, pemindahan, pemuatan, pengangkutan, penimbunan dan penyempurnaannya atau pembuangan, pembentukan bidang galian dan penyempurnaan bidang galian yang terbuka (*exposed*).

✚ Sumber Daya Alat

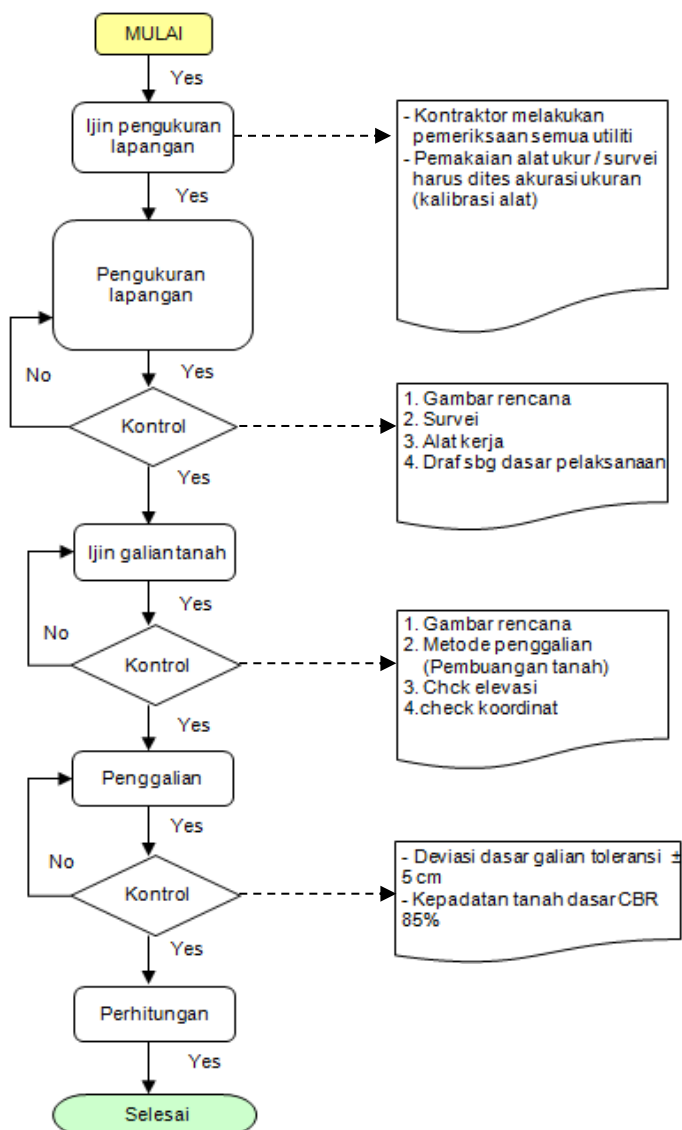
- Excavator
- Dump Truck

✚ Sumber daya manusia

- Pelaksana
- Flagman
- Operator



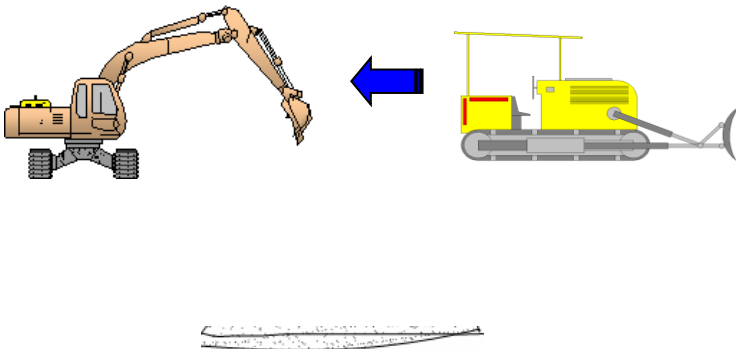
Urutan Kerja



Metode Pelaksanaan

1. Penentuan kelandaian, garis, dan elevasi yang ditentukan dalam gambar atau ditunjukkan oleh Konsultan pengawas.
2. Semua obyek atau bahan dalam bentuk apapun yang dijumpai dalam penggalian harus dibuang, termasuk tanah, batu, batu bata, beton, pasangan batu dan bahan perkerasan lama, yang tidak dipergunakan untuk pekerjaan permanen.
3. Penggalian dilakukan dengan kedalaman lebih dari 20 cm atau sesuai dengan instruksi Konsultan pengawas.
4. Lokasi galian diusahakan harus kering, perlu disiapkan *sump pit/dewatering* untuk menjaga keseimbangan air di sekitar lokasi galian.
5. Hasil galian dikumpulkan pada satu tempat sementara,
6. Selanjutnya dibuang ke disposal area sesuai dengan area disposal yang telah ditunjuk oleh pihak Konsultan Pengawas.

Diskripsi





4.1.3 Pekerjaan Subgrade dan Sub Base Kelas B

4.1.3.1 Pekerjaan Sub Base



Lingkup Kerja :

Pekerjaan ini meliputi penyediaan, pemrosesan, pengangkutan, penghamparan, perataan, penyiraman dan pemadatan agregate bergradasi diantara lapisan subgrade dan perkerasan beton semen atau asphalt treated base, sebagaimana tercantum dalam Gambar dan atau diarahkan oleh Konsultan Pengawas.



Sumber Daya Alat

- Vibro Roller
- Water Tank
- Motor grade

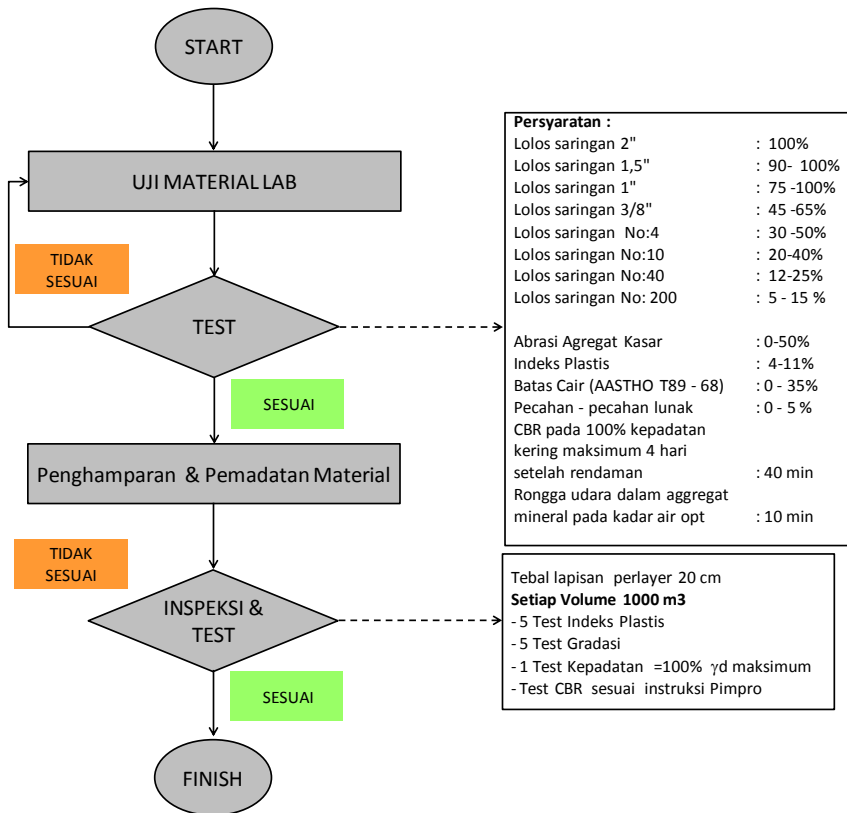


Sumber daya manusia

- Pelaksana
- Flagman
- Operator



Urutan Kerja



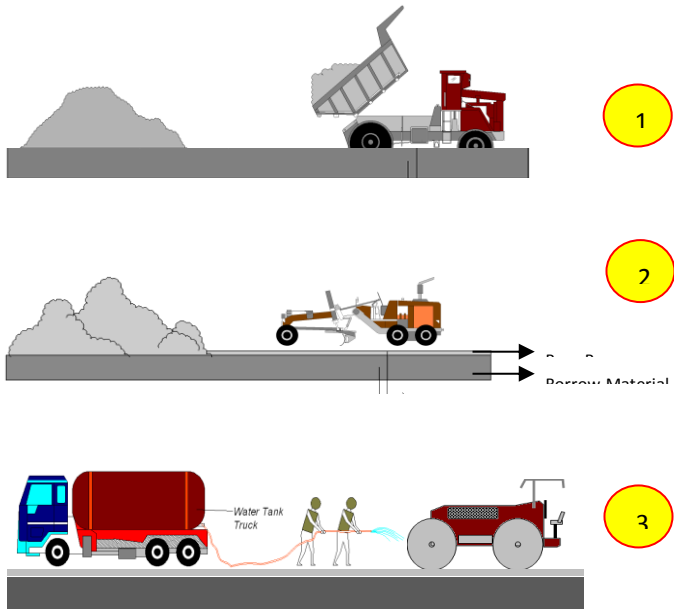
Metode Pelaksanaan

1. Pekerjaan ini meliputi penyediaan, pemrosesan, pengangkutan, penghamparan, perataan, penyiraman dan pemadatan.
2. Untuk pekerjaan perataan menggunakan alat berat motorgrader.

3. Apabila perataan permukaan telah dilakukan, maka dilakukan penyiraman permukaan dengan Water Tank Truck untuk mendapatkan kadar air optimal sebelum dilakukan pemadatan.
4. Kadar air yang diharapkan, yaitu berkisar antara $W_{opt} - 3\% < W_c \text{ pemadatan} < W_{opt} + 1\%$.
5. Selanjutnya proses pemadatan tanah dilakukan dengan menggunakan Vibro Roller untuk mendapatkan kepadatan sesuai dengan spesifikasi, yaitu kepadatan = 100% □□ maksimum dan CBR = 10%.
6. Operasi-operasi penggilasan harus dimulai sepanjang tepi dan maju secara bertahap kearah pusat, dalam suatu arah memanjang. Pada bagian-bagian yang sangat miring (superelevasi) maka penggilasan dimulai pada bagian yang rendah dan maju kearah bagian yang tinggi. Operasi penggilasan harus diteruskan hingga semua bekas mesin gilas hilang dan lapisan tersebut terpadatkan secara merata dan agregat-agregat terkunci secara rapat.
7. Permukaan yang tidak rata atau melesak harus diperbaiki dengan membongkar material pada tempat itu dan menambah atau menyingkirkan material sampai permukaan halus dan rata. Daerah- daerah yang tidak terjangkau mesin gilas harus dipadatkan dengan tamper atau pemadat lain yang disetujui, sampai rata dan halus. Bila kerataan permukaan tidak sesuai dengan ketentuan toleransi, dilakukan pembongkar dan mengganti material sesuai dengan petunjuk Konsultan Pengawas.



Deskripsi



4.1.3.2 Pekerjaan Subgrade



Lingkup Kerja :

Subgrade merupakan bagian dari pekerjaan yang dipersiapkan untuk sub-base atau dasar perkerasan. Subgrade mencakup seluruh lebar badan jalan termasuk bahu jalan seperti tampak pada gambar atau sesuai dengan instruksi Pemimpin Proyek/Konsultan Pengawas.



Sumber Daya Alat

- Vibro Compactor
- Water Tank

- Motor grader

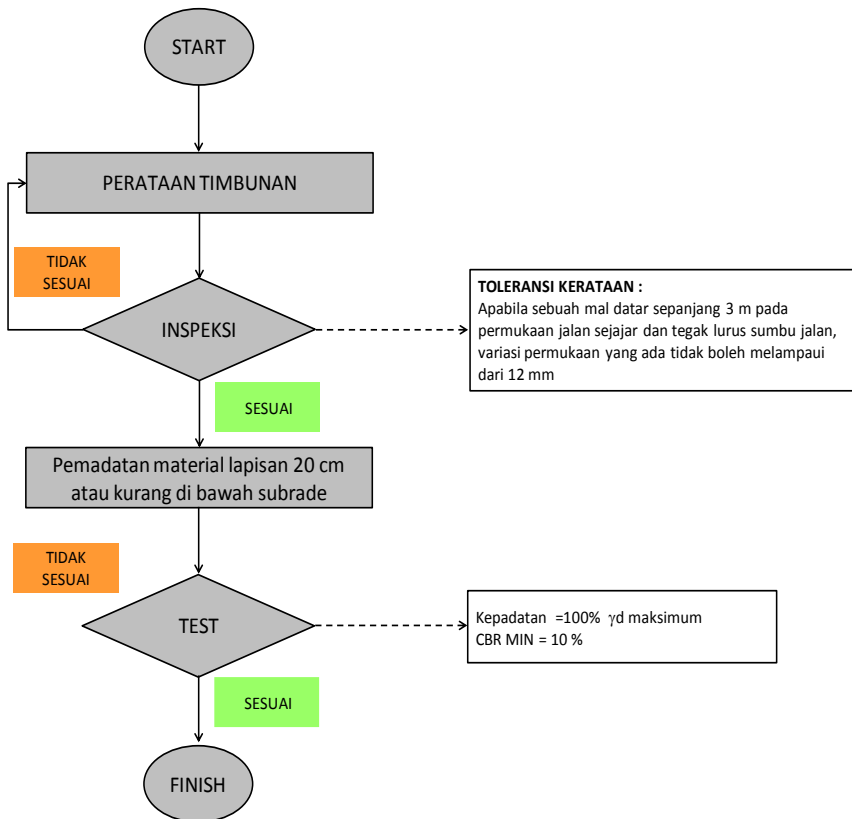


Sumber daya manusia

- Pelaksana
- Flagman
- Operator



Urutan Kerja



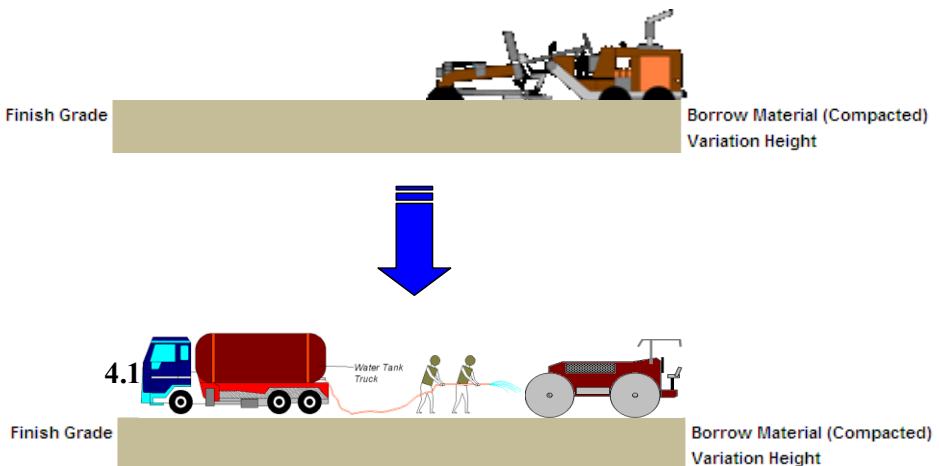


Metode Pelaksanaan

1. Pekerjaan Sub-grade dilaksanakan apabila pekerjaan sub-base akan segera dikerjakan.
2. Untuk pekerjaan perataan menggunakan alat berat Motor grader.
3. Apabila perataan permukaan tanah sub-grade telah dilakukan, maka dilakukan penyiraman permukaan dengan Water Tank Truck untuk mendapatkan kadar air optimal sebelum dilakukan pemadatan.
4. Kadar air yang diharapkan, yaitu berkisar antara $W_{opt} - 3\% < W_c \text{ pemadatan} < W_{opt} + 1\%$.
5. Selanjutnya proses pemadatan tanah dilakukan dengan menggunakan Vibro Roller untuk mendapatkan kepadatan sesuai dengan spesifikasi, yaitu kepadatan = 100% □□ maksimum dan CBR = 10%.
6. Apabila proses perataan dan pemadatan telah selesai, maka pekerjaan base-course atau perkerasan sudah bisa dilaksanakan.



Deskripsi





Lingkup Kerja :

Lean Concrete mencakup seluruh lebar badan jalan yang menggunakan perkerasan beton (concrete pavement) seperti tampak pada gambar atau sesuai dengan instruksi Pemimpin Proyek/Konsultan Pengawas.

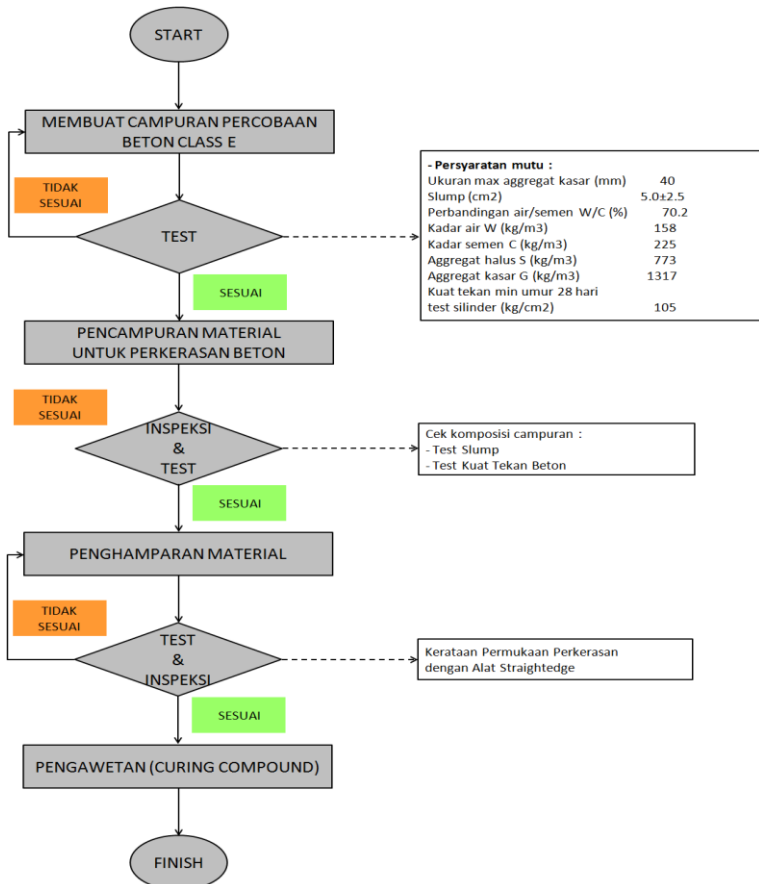


Sumber Daya Alat :

- Mixer Truck
- Batching Plant



Urutan Kerja :



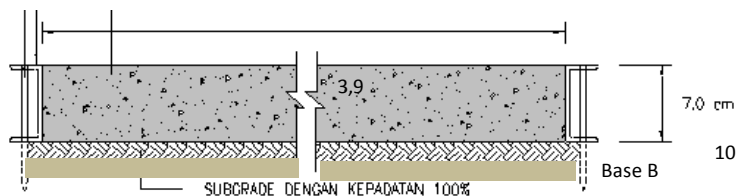


Metode Pelaksanaan :

1. Persiapan tanah dasar, sesuai dengan metode kerja Sub-Grade Preparation. Dalam persiapan tanah dasar ini, permukaan tanah yang telah dipadatkan dibersihkan dengan menggunakan "Air Compressor".
2. Selanjutnya tanah permukaan disiram air dengan menggunakan "Water Tank Truck" agar dasar permukaan dalam kondisi basah sewaktu proses pengecoran lantai kerja berlangsung.
3. Pemasangan bekisting samping lantai kerja, yang menggunakan baja canal 7 cm dan baji dari kayu atau bambu, untuk menghindari melubernya material concrete ke samping dan sebagai bahan pembentuk konstruksi.
4. Lantai kerja (lapisan perataan) menggunakan Concrete Class E yang dibawa dari Batching Plant dengan menggunakan Truck Mixer.
5. Penghamparan dilakukan dengan ketebalan 10 cm, sedangkan untuk kerataan digunakan jidar.
6. Apabila Lean Concrete selesai diratakan dan dipadatkan, maka perawatan dilakukan dengan curing compound air dan kemudian ditutup dengan geotextile serta disiram air selama 7 hari berturut-turut.



Deskripsi :





Pengecoran Wet Lean Concrete



Perawatan Wet Lean Concrete

4.1.5 Pekerjaan Perkerasan Kaku

✚ Lingkup Kerja :

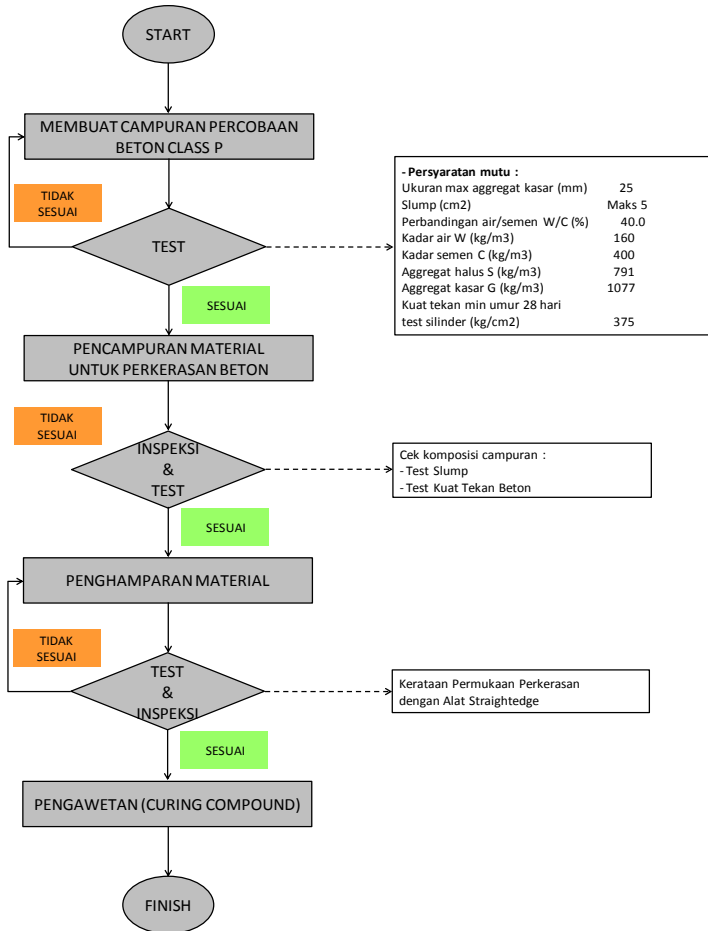
Pekerjaan Concrete Pavement mencakup seluruh lebar badan jalan yang menggunakan perkerasan beton seperti tampak pada gambar atau sesuai dengan instruksi Pemimpin Proyek/Konsultan Pengawas.

✚ Sumber Daya Alat :

- Air Compressor
- Concrete Cutter
- Concrete Paver
- Water Tank Truck
- Dump Truck



Urutan Kerja :



Metode Pelaksanaan :

1. Sebelum proses pengecoran dilakukan, maka permukaan lean concrete yang telah dihamparkan, dibersihkan terlebih dahulu dengan menggunakan **"Air Compressor"**.
2. Selanjutnya permukaan lean concrete disiram air dengan menggunakan **"Water Tank Truck"** agar dasar permukaan dalam kondisi basah sewaktu proses pengecoran pavement berlangsung.
3. Memasang patok bantu untuk elevasi dan koordinat concrete pavement sesuai design serta untuk dudukan kabel sensor otomatis.
4. Pekerjaan diusahakan dari elevasi yang rendah.
5. Pemasangan plastik sepanjang yang akan di cor.
6. Penempatan tulangan Transpose Joint, tulangan tie-bar dan tulangan tepi.
7. Mangatur ketebalan pada alat sehingga menghasilkan ketebalan beton mencapai ukuran sesuai spesifikasi.
8. Material Concrete yang digunakan untuk perkerasan ini adalah concrete yang didatangkan dari Baching Plant dengan mempergunakan Agitator Truck/Truck Mixer/Dump Truk.
9. Untuk mencapai kepadatan dilakukan dengan alat Concrete Vibrator yang mana alat tersebut sudah dipasang pada mesin penghampar.
10. Perataan dilakukan dengan mempergunakan alat yang ada pada **"Concrete Paver"**.
11. Pekerjaan Finishing, dilakukan dengan menggunakan Straightedge panjang 3m (dari aluminium, lurus dan rata untuk mengecek kerataan) dan Roskam untuk menghaluskan dan meratakan terutama pada bagian tepi.
12. Selesai diratakan dan dipadatkan, perawatan dengan curing compound Antisol-S kemudian ditutup dengan geotextile serta disiram air selama 7 hari berturut-turut.

13. Pemotongan permukaan perkerasan baik terhadap memanjang maupun melintang sesuai dengan gambar (design) dengan mempergunakan “**Concrete Cutter**” dan diisi dengan material Asphaltic Joint Sealent



Deskripsi :



Pemasangan Dowel



Construction Joint



*Persiapan Cor,
Pemasangan Plastik*



*Pengecoran
Rigid Pavement*

4.2 Perhitungan Prediksi Harga Proyek

Perhitungan prediksi harga proyek dilakukan karena data perbandingan dibuat di tahun 2007, dan nilai pada tahun 2007 dan 2017 berbeda sehingga dilakukan perhitungan prediksi nilai proyek pada tahun 2017.

Perhitungan dilakukan berdasarkan indeks harga konstruksi. Dari indeks harga konstruksi tersebut kemudian dihitung dengan perhitungan regresi linier sederhana sehingga didapatkan indeks harga konstruksi sampai dengan bulan Desember 2017.

Berdasarkan data dari BPS berikut adalah tingkat indeks harga konstruksi :

Tabel 4. 1Tingkat Indeks Harga Konstruksi

2008	Jun	110.08
	Jul	111.59
	Agu	112.16
	Sep	113.25
	Okt	113.76
	Nop	113.9
	Des	113.86
2009	Jan	113.78
	Feb	114.02

2011	Jan	126.29
	Feb	126.46
	Mar	126.05
	Apr	125.66
	Mei	125.81
	Jun	126.5
	Jul	127.35
	Agu	128.54
	Sep	128.89

	Mar	114.27
	Apr	113.92
	Mei	113.97
	Jun	114.1
	Jul	114.61
	Agu	115.25
	Sep	116.46
	Okt	116.68
	Nop	116.65
	Des	117.03
2010	Jan	118.01
	Feb	118.36
	Mar	118.19
	Apr	118.37
	Mei	118.71
	Jun	119.86
	Jul	121.74
	Agu	122.67
	Sep	123.21
	Okt	123.29
	Nop	124.03
	Des	125.17

	Okt	128.74
	Nop	129.18
	Des	129.91
2012	Jan	130.9
	Feb	130.96
	Mar	131.05
	Apr	131.32
	Mei	131.42
	Jun	132.23
	Jul	133.16
	Agu	134.43
	Sep	134.45
	Okt	134.67
	Nop	134.76
	Des	135.49

Data indeks harga konsumen diambil sampai dengan tahun 2012 karena nantinya akan dilakukan forecast dengan menggunakan regresi linier.

Dari perhitungan regresi linier didapat persamaan $y = 109,45 + 0,47x$. Sehingga dapat dihitung perkiraan harga indeks konstruksi pada bulan-bulan berikutnya. Berikut adalah hasil regresi liniernya :

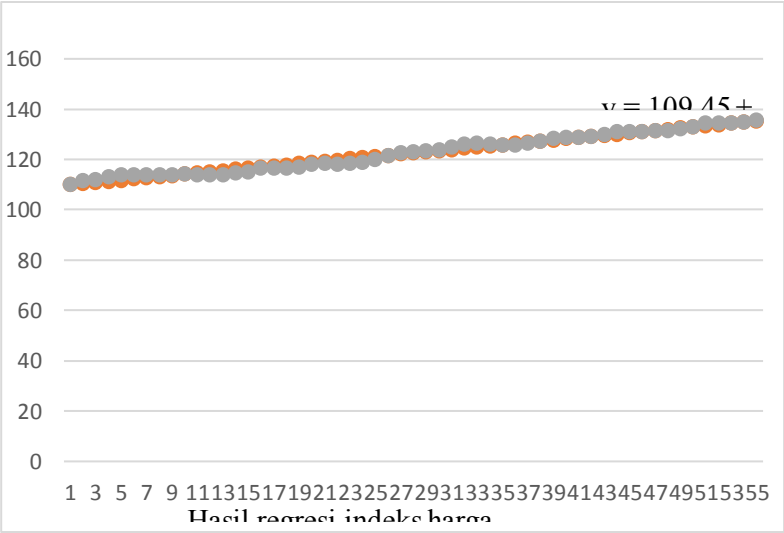
Tabel 4. 2 Hasil Tegresi Linier

2013	Jan	135.77
	Feb	136.24
	Mar	136.71
	Apr	137.18
	Mei	137.65
	Jun	138.12
	Jul	138.59
	Agu	139.06
	Sep	139.53
	Okt	140
	Nop	140.47
	Des	140.94
2014	Jan	141.41
	Feb	141.88
	Mar	142.35
	Apr	142.82
	Mei	143.29
	Jun	143.76
	Jul	144.23
	Agu	144.7
	Sep	145.17
	Okt	145.64
	Nop	146.11
	Des	146.58
2015	Jan	147.05
	Feb	147.52
	Mar	147.99

	Apr	148.46
	Mei	148.93
	Jun	149.4
	Jul	149.87
	Agu	150.34
	Sep	150.81
	Okt	151.28
	Nop	151.75
	Des	152.22
2016	Jan	152.69
	Feb	153.16
	Mar	153.63
	Apr	154.1
	Mei	154.57
	Jun	155.04
	Jul	155.51
	Agu	155.98
	Sep	156.45
	Okt	156.92
	Nop	157.39
	Des	157.86
2017	Jan	158.33
	Feb	158.8
	Mar	159.27
	Apr	159.74
	Mei	160.21
	Jun	160.68
	Jul	161.15
	Agu	161.62
	Sep	162.09

	Okt	162.56
	Nop	163.03
	Des	163.5

Selanjutnya dilakukan perhitungan koefisien perubahan harga pekerjaan



Gambar 4. 1Hasil Regresi Indeks Harga

Tabel 4. 3 Koefisien Perubahan Harga Pekerjaan

Tahun & Bulan		Indeks Harga	Koefisien
2013	Jan	135.77	
	Feb	136.24	
	Mar	136.71	
	Apr	137.18	
	Mei	137.65	
	Jun	138.12	
	Jul	138.59	
	Agu	139.06	1.0068
	Sep	139.53	1.0102
	Okt	140	1.0136
	Nop	140.47	1.0170
	Des	140.94	1.0204
2014	Jan	141.41	1.0238
	Feb	141.88	1.0272
	Mar	142.35	1.0306
	Apr	142.82	1.0340
	Mei	143.29	1.0374
	Jun	143.76	1.0408
	Jul	144.23	1.0442
	Agu	144.7	1.0476
	Sep	145.17	1.0510
	Okt	145.64	1.0544
	Nop	146.11	1.0578
	Des	146.58	1.0613
2015	Jan	147.05	1.0647
	Feb	147.52	1.0681

	Mar	147.99	1.0715
	Apr	148.46	1.0749
	Mei	148.93	1.0783
	Jun	149.4	1.0817
	Jul	149.87	1.0851
	Agu	150.34	1.0885
	Sep	150.81	1.0919
	Okt	151.28	1.0953
	Nop	151.75	1.0987
	Des	152.22	1.1021
2016	Jan	152.69	1.1055
	Feb	153.16	1.1089
	Mar	153.63	1.1123
	Apr	154.1	1.1157
	Mei	154.57	1.1191
	Jun	155.04	1.1225
	Jul	155.51	1.1259
	Agu	155.98	1.1293
	Sep	156.45	1.1327
	Okt	156.92	1.1361
	Nop	157.39	1.1395
	Des	157.86	1.1429
2017	Jan	158.33	1.1463
	Feb	158.8	1.1497
	Mar	159.27	1.1531
	Apr	159.74	1.1565
	Mei	160.21	1.1599
	Jun	160.68	1.1633
	Jul	161.15	1.1667
	Agu	161.62	1.1701

	Sep	162.09	1.1735
	Okt	162.56	1.1769
	Nop	163.03	1.1804
	Des	163.5	1.1838

Tabel 4. 4 distribusi progress pekerjaan

Bulan	Progres Pekerjaan		
	Komposisi dan Distribusi Struktur	Progres	
		/ bulan	Akumulasi
Jun			
Jul			
Aug	100%	0.064	0.064
Sep	100%	0.756	0.820
Oct	100%	1.131	1.951
Nov	100%	1.449	3.400
Dec	100%	1.470	4.870
Jan	100%	1.887	6.757
Feb	100%	2.551	9.308
Mar	100%	2.479	11.787
Apr	100%	2.372	14.158
May	100%	2.733	16.891
Jun	100%	4.194	21.086
Jul	100%	6.362	27.447
Aug	100%	12.008	39.455
Sep	100%	14.351	53.806
Oct	100%	15.896	69.702

Nov	100%	16.859	86.561
Dec	100%	9.009	95.570
Jan	100%	4.431	100.00

Tabel 4. 5 nilai perubahan biaya pekerjaan untuk periode pelaksanaan Agustus 2013 sampai dengan Januari 2015

Bulan	Progres Pekerjaan			Nilai Pekerjaan	Indeks Harga	Koefisien	Nilai Inflasi
	Komposisi dan Distribusi	Progres					
		Struktur	/ bulan	Akumulasi			
Jun-13				0	138.12		
Jul-13				0	138.59		
Aug-13	100%	0.064	0.064	274,429,524.38	139.06	1.0068	276,297,202.87
Sep-13	100%	0.756	0.820	3,244,525,616.07	139.53	1.0102	3,277,647,402.33
Oct-13	100%	1.131	1.951	4,855,817,816.30	140	1.0136	4,921,912,064.01
Nov-13	100%	1.449	3.400	6,218,746,503.11	140.47	1.0170	6,324,553,441.15
Dec-13	100%	1.470	4.870	6,307,790,737.51	140.94	1.0204	6,436,577,081.84
Jan-14	100%	1.887	6.757	8,096,293,088.24	141.41	1.0238	8,289,145,711.03
Feb-14	100%	2.551	9.308	10,947,418,004.41	141.88	1.0272	11,245,436,334.10
Mar-14	100%	2.479	11.787	10,641,038,629.30	142.35	1.0306	10,966,926,215.47

Apr-14	100%	2.372	14.158	10,177,866,854.39	142.82	1.0340	10,524,203,186.68
May-14	100%	2.733	16.891	11,729,192,086.98	143.29	1.0374	12,168,230,047.38
Jun-14	100%	4.194	21.086	17,999,578,533.60	143.76	1.0408	18,734,574,355.56
Jul-14	100%	6.362	27.447	27,302,851,582.47	144.23	1.0442	28,510,644,973.50
Aug-14	100%	12.008	39.455	51,534,172,198.92	144.7	1.0476	53,989,246,431.97
Sep-14	100%	14.351	53.806	61,588,574,915.44	145.17	1.0510	64,732,214,165.03
Oct-14	100%	15.896	69.702	68,220,671,646.66	145.64	1.0544	71,934,974,070.52
Nov-14	100%	16.859	86.561	72,355,451,652.85	146.11	1.0578	76,541,087,757.01
Dec-14	100%	9.009	95.570	38,662,726,871.00	146.58	1.0613	41,030,860,880.05
Jan-15	100%	4.431	100.000	19,018,256,007.64	147.05	1.0647	20,247,860,888.53

Menentukan nilai perubahan biaya pekerjaan untuk periode pelaksanaan Agustus 2013 sampai dengan Januari 2015. Nilai ini merupakan hasil perkalian dari nilai progress bulanan dengan koefisien indeks harga konstruksi.

Menentukan nilai perubahan biaya pekerjaan untuk periode pelaksanaan Agustus 2015 sampai dengan januari 2017.

Tabel 4. 6 nilai perubahan biaya pekerjaan untuk periode pelaksanaan Agustus 2015 sampai dengan januari 2017.

Bulan	Progres Pekerjaan			Nilai Pekerjaan	Indeks Harga	Koefisien	Nilai Inflasi
	Komposisi dan Distribusi	Progres					
	Struktur	/ bulan	Akumulasi	Dasar			
Jun-15				0	149.4		
Jul-15				0	149.87		
Aug-15	100%	0.064	0.064	276,297,202.87	150.34	1.0063	278,035,619.01
Sep-15	100%	0.756	0.820	3,277,647,402.33	150.81	1.0094	3,308,581,022.39
Oct-15	100%	1.131	1.951	4,921,912,064.01	151.28	1.0126	4,983,847,771.38
Nov-15	100%	1.449	3.400	6,324,553,441.15	151.75	1.0157	6,424,036,042.13
Dec-15	100%	1.470	4.870	6,436,577,081.84	152.22	1.0189	6,558,070,705.48
Jan-16	100%	1.887	6.757	8,289,145,711.03	152.69	1.0220	8,471,684,461.96

Feb-16	100%	2.551	9.308	11,245,436,334.10	153.16	1.0252	11,528,454,008.90
Mar-16	100%	2.479	11.787	10,966,926,215.47	153.63	1.0283	11,277,435,572.17
Apr-16	100%	2.372	14.158	10,524,203,186.68	154.1	1.0315	10,855,285,883.98
May-16	100%	2.733	16.891	12,168,230,047.38	154.57	1.0346	12,589,312,706.98
Jun-16	100%	4.194	21.086	18,734,574,355.56	155.04	1.0378	19,441,823,347.30
Jul-16	100%	6.362	27.447	28,510,644,973.50	155.51	1.0409	29,676,642,569.14
Aug-16	100%	12.008	39.455	53,989,246,431.97	155.98	1.0440	56,367,086,067.32
Sep-16	100%	14.351	53.806	64,732,214,165.03	156.45	1.0472	67,786,846,761.18
Oct-16	100%	15.896	69.702	71,934,974,070.52	156.92	1.0503	75,555,797,397.23
Nov-16	100%	16.859	86.561	76,541,087,757.01	157.39	1.0535	80,634,550,214.69
Dec-16	100%	9.009	95.570	41,030,860,880.05	157.86	1.0566	43,354,295,170.84
Jan-17	100%	4.431	100.000	20,247,860,888.53	158.33	1.0598	21,458,124,594.91
Total							470,549,909,917.01

Jadi, nilai proyek tol untuk tahun 2017 senilai dengan **Rp 470,549,909,917.01.**

4.3 Perhitungan Produktivitas Alat Berat

Perhitungan produktivitas alat berat digunakan untuk mengetahui kapasitas yang mampu dikerjakan oleh alat berat tersebut. Berikut analisisnya.

4.1.1 Pekerjaan Pembersihan Lahan

Tabel 4. 7 Pekerjaan Pembersihan Lahan

No	Uraian	Kode	Koef.	Satuan	Ket.
I	ASUMSI				
1	Kondisi jalan : baik				
2	Menggunakan alat secara mekanis				
3	Lokasi sepanjang jalan				
4	Jam kerja efektif	Tk	8	jam	
5	Faktor konversi bahan tanah lepas	Fk	1.25		
6	Jarak ke disposal area	L	6 6000	km m	Rata-rata
II	Urutan Kerja				
1	Pembersihan, pembongkaran dan pembuangan lapisan tanah permukaan.				
2	Pembersihan area lokasi dengan menggunakan bulldozer / excavator untuk membersihkan pohon dan semak belukar				
3					

III 1 1a	4	Daerah galian jalan, seluruh tunggul dan akar harus dibuang sampai kedalaman sekurang-kurangnya 50 cm dibawah elevasi sub-grade. Hasil pengupasan lapisan lumpur dan tanah humus dibuang ke lokasi yang ditentukan.					
Alat, Tenaga							
Alat							
<u>Excavator</u>							
	Faktor konversi	60%	F_v	1			Normal 40-75%
	Kapasitas bucket		V	1.2	m^3		
	Faktor efisiensi alat		F_a	0.75			
	Faktor Bucket		F_b	1			
	Waktu Siklus		T_s				
	Menggali		T_1	0.10	menit		
	Swing dll		T_2	0.13	menit		180°
	Total		T_s	0.23			
	Kapasitas Produksi	$V \times F_a \times F_b \times 60$	Q_1	185.1 4	m^3/jam		
		$T_s \times F_k$					

1b	Koef alat	1 : Q1		0.005	jam	
	Bulldozer					
	Jarak dorong		D	100	m	
	Lebar blade		Lb	3.46	m	
	Tinggi blade		Hb	1.425	m	
	Kapasitas blade		q	7.026	m ³	
	Faktor efisiensi bulldozer		F _a	0.83		
	Faktor blade		F _b	0.90		
	Faktor kemiringan		F _m	1		
	Kecepatan maju		V _f	60	m / menit	
	Kecepatan mundur		V _r	223.3	m / menit	
	Waktu ganti persneling		z	0.15	menit	
	Waktu Siklus		T _s	2.98	menit	
	Kapasitas Produksi	$q \times F_b \times F_a$ $\times F_m \times 60$	Q2	105.5 6		
1c	Koef alat	Ts 1 : Q2		0.009	jam	
	Dump Truck					
	Kapasitas bak		V	20	m ³	
	Faktor efisiensi alat		Fa	0.8		
	Jarak Tempuh		L	6000	m m/meni t	
	Kecepatan isi		v1	417	t m/meni t	
	Kecepatan kosong		v2	500	t	

	Waktu muat		T1	3.9	menit	
	Waktu tempuh isi		T2	14.4	menit	
	Waktu tempuh kosong		T3	12.00	menit	
	Waktu menumpahkan		T4	1	menit	
	Fixed Time DT		T5	1	menit	
	Waktu siklus		Ts	32.3	menit	
	Kapasitas Produksi	$V \times Fa \times 60$	Q4	23.79		
		$Ts \times D$			m^3/jam	
	Koef Alat	$1 : Q4$		0.042		

4.2.1 Pekerjaan Tanah

4.3.2.1 Pekerjaan Galian

Tabel 4. 8 Pekerjaan Galian

No	Uraian	Kode	Koef.	Satuan	Ket.
I	ASUMSI				
1	Kondisi jalan : baik				
2	Menggunakan alat secara mekanis				
	Lokasi sepanjang jalan				
3					
4	Jam kerja efektif	Tk	8	jam	
5	Faktor konversi bahan	Fk	1.25		
6	Jarak ke disposal area	L	6.00	km	Rata-rata
			6000.0	m	

II	Urutan Kerja				
1	Penentuan kelandaian, garis, dan elevasi yang ditentukan dalam gambar atau ditunjukkan oleh Konsultan pengawas.				
2	Semua obyek atau bahan dalam bentuk apapun yang dijumpai dalam penggalian harus dibuang, termasuk tanah, batu, batu bata, beton, pasangan batu dan bahan perkerasan lama, yang tidak dipergunakan untuk pekerjaan permanen.				
3	Penggalian dilakukan dengan kedalaman lebih dari 20 cm atau sesuai dengan instruksi Konsultan pengawas.				
4	Lokasi galian diusahakan harus kering, perlu disiapkan sump pit/dewatering untuk menjaga keseimbangan air di sekitar lokasi galian.				
5	Hasil galian dikumpulkan pada satu tempat sementara,				
6	Selanjutnya dibuang ke disposal area sesuai dengan area disposal yang telah ditunjuk oleh pihak Konsultan Pengawas.				
III	Alat, Tenaga				
1	Alat				
1a	<u>Excavator</u>				

1b	Faktor konversi	60%	F_v	1		Normal 40-75%
	Kapasitas bucket		V	1	m^3	
	Faktor efisiensi alat		F_a	0.75		
	Faktor Bucket		F_b	1.1		
	Menggali		T_1	0.10	menit	
	Swing dll		T_2	0.13	menit	180°
	Waktu Siklus		T_s	0.23	menit	
	Kapasitas Produksi	$\frac{V \times F_a \times F_b \times 60}{T_s \times F_k}$	Q_1	169.71	m^3/ja m	
	Koef alat	1 : Q_1		0.006	jam	
	Dump Truck					
	Kapasitas bak		V	20	m^3	
	Faktor efisiensi alat		F_a	0.8		
	Jarak Tempuh		L	6000	m	

	Kecepatan isi		v_1	667	m/me nit	
	Kecepatan kosong		v_2	1000	m/me nit	
	Waktu muat		T_1	7.1	menit	
	Waktu tempuh isi		T_2	9	menit	
	Waktu tempuh kosong		T_3	6	menit	
	Waktu menumpahkan		T_4	1	menit	

Fixed Time DT		T5	1	menit	
Waktu siklus		Ts	24.1	menit	
Kapasitas Produksi	$\frac{V \times Fa \times 60}{Ts \times Fk}$	Q3	31.91		
Koef Alat	1 : Q3		0.03	jam	

4.3.2.1 Pekerjaan *Borrow Material*

Tabel 4. 9 Pekerjaan *Borrow Material*

No	Uraian	Kode	Koef.	Satuan	Ket
I	ASUMSI				
1	Kondisi jalan :				
2	1 baik				
3	2 Menggunakan alat secara mekanis				
4	Lokasi sepanjang jalan				
5	3 Jam kerja efektif	Tk	8	jam	
6	4 Faktor konversi tanah lepas	Fk	1.25		
7	5 bahan				
8	6 Jarak dari stock pile	L	14	km	
			14000	m	Rata-rata
II	Urutan Kerja				
1					

	Pendatangan material sesuai dengan spesifikasi yang disyaratkan seperti dalam kontrak.				
2	Penggelaran material timbunan pada lokasi yang telah ditentukan dengan ketebalan sesuai yang disyaratkan yaitu 20 cm				
3	Perataan hasil hamparan timbunan agar memperoleh kondisi permukaan yang rata, dilakukan dengan menggunakan alat berat "Bulldozer"				
4	Pembentukan kemiringan jalan dengan menggunakan "Motor Grader"				
5	Pemadatan dilakukan dengan "Vibro Compactor" sesuai lintasan yang disyaratkan.				
III	Alat, Tenaga				
1	Alat				
1a	<u>Excavator</u>				
	Faktor konversi 60%	F_v	1		Normal 40-75%

1b	Kapasitas bucket	V	1	m ³	180°
	Faktor efisiensi alat	F _a	0.75		
	Faktor Bucket	F _b	1		
	Waktu Siklus	T _s			
	Menggali	T ₁	0.10	menit	
	Swing dll	T ₂	0.13	menit	
	Total	T _s	0.23	menit	
		$V \times F_a \times F_b \times 60$	Q1	154.29	m ³ /jam
	Kapasitas Produksi	$T_s \times F_k$			
		1 :			
	Koef alat	Q1	0.006	jam	
	Bulldozer				
	Jarak dorong	D	100	m	
	Lebar blade	Lb	3.46	m	
	Tinggi blade	Hb	1.425	m	
	Kapasitas blade	q	7.026	m ³	
	Faktor efisiensi bulldozer	F _a	0.83		
	Faktor blade	F _b	0.90		
	Faktor kemiringan	F _m	1		
	Kecepatan maju	V _f	60	m / menit	

1c	Kecepatan mundur		V_r	223.33	m / menit
	Waktu ganti persneling		z	0.15	menit
	Waktu Siklus		T_s	2.98	menit
		$q \times$			
		$F_b \times$			
		$F_a \times$			
	Kapasitas Produksi	$F_m \times$	Q_2	105.56	
		60			
		T_s			
		1 :			
	Koef alat	Q_2		0.009	jam
	Dump Truck				
	Kapasitas bak		V	20	m ³
	Faktor efisiensi alat		F_a	0.8	
	Kecepatan isi		v_1	667	m/menit
	Kecepatan kosong		v_2	1000	m/menit
	Waktu muat		T_1	6.2	menit
	Waktu tempuh isi		T_2	21	menit
	Waktu tempuh kosong		T_3	14	menit
	Waktu menumpahkan		T_4	1	menit
	Fixed Time DT		T_5	1	menit
	Waktu siklus		T_s	43.2	menit

1d	Kapasitas Produksi	$\frac{V \times Fa \times 60}{Ts \times Fk}$	Q4	17.77	m ³ /jam	
	Koef Alat	1 : Q3		0.056	jam	
	Vibro Roller					
	Lebar drum			2.13	m	
	Lebar efektif drum		be	1.93	m	
	Tebal lapisan tanah gembur		t	0.30	m	
	Kecepatan kerja alat		v	7.50	km/jam	
	Jumlah lintasan		N	12	kali	
	Faktor efisiensi alat		F _a	0.75		
	Kapasitas produksi	$\frac{Fa \times be \times 1000}{x v}$	Q4	271.97	m ³ /jam	
	Koef alat	1 : Q5		0.0037	jam	

4.3.1 Pekerjaan Subgrade dan Sub Base Kelas B

Tabel 4. 10 Pekerjaan Subgrade dan Sub Base Kelas B

No	Uraian	Kode	Koef	Sat.	Ket.
I	ASUMSI				
	Kondisi jalan :				
1	baik				
2	Menggunakan alat secara mekanis				
	Lokasi sepanjang jalan				
3	Jam kerja efektif	Tk	8	jam	
4	Faktor konversi				
5	bahan tanah lepas	Fk	1.25		
6	Jarak dari stock pile	L	4	km	
			4000	m	Rata-rata
II	Urutan Kerja				
1	Pemeriksaan kepadatan tanah dasar, jika telah sesuai, maka material siap dihampar				
2	Pengadaan material untuk subgrade yaitu material kelas B. Pemindahan material dengan excavator lalu diangkut dengan dump truck menuju lokasi penghamparan Tanah yang akan dihampar				
3	disiram oleh water truck				
4	Material ditumpahkan dari dumptruck untuk dihamparkan oleh motor grader				

5	Tanah dipadatkan oleh vibro roller sebanyak 12 kali lintasan untuk mencapai kepadatan 100%						
6	Dilakukan cek keseragaman elevasi dan uji kepadatan setiap jarak ± 50 meter						
III	Alat, Tenaga						
1	Alat						
1a	Excavator						
	Faktor konversi	60%	F_v	1			Normal 40-75%
	Kapasitas bucket		V	1	m^3		
	Faktor efisiensi alat		F_a	0.75			
	Faktor Bucket		F_b	1			
	Waktu Siklus		T_s				
	Menggali		T_1	0.10	menit		
	Swing dll		T_2	0.13	menit		180°
	Total		T_s	0.23			
	Kapasitas Produksi	$\frac{V \times F_a \times F_b \times 60}{T_s \times F_k}$	Q_1	154.29	m^3/jam		
	Koef alat	1 : Q_1		0.006	jam		
1b	Dump Truck						
	Kapasitas bak		V	20	m^3		
	Faktor efisiensi alat		F_a	0.8			
	Kecepatan isi		v_1	667	m/menit		

	Kecepatan kosong		v2	1000	m/menit	
	Waktu muat		T1	6.2	menit	
	Waktu tempuh isi		T2	6	menit	
	Waktu tempuh kosong		T3	4	menit	
	Waktu menumpahkan		T4	1	menit	
	Fixed Time		T5	1	menit	
	DT		Ts	18.2	menit	
	Waktu siklus					
	Kapasitas Produksi	$V \times F_a \times 60$	Q2	42.15	m ³ /jam	
		$T_s \times F_k$				
	Koef Alat	1 : Q3		0.02	jam	
1c	Water Truck					
	Volume tangki air		V	3	m ³	
	Kebutuhan air / m ³ material padat		W _c	0.07	m ³	
	Pengisian tangki per jam		n	3	kali	
	Faktor Efisiensi Alat		F _a	0.75		
	Kapasitas Produksi	$V \times F_a \times n$	Q3	96.43	m ³ /jam	
		W _c				
	Koefisien Alat	1 : Q4		0.01	jam	
1d	Vibro Roller					
	Lebar drum			2.13	m	
	Lebar efektif drum		be	1.93	m	

sedang

1e	Tebal timbunan per layer	t	0.20	m
	Kecepatan kerja alat	v	7.50	km/ja m
			7500	m/jam
	Jumlah lintasan	N	12	kali
	Faktor efisiensi alat	F _a	0.75	
	Kapasitas produksi	$\frac{F_a \times b_e \times N}{1000 \times v}$	Q4	181.31
				m ³ /jam
	Koef alat	1 : Q5	0.0055	jam
	Motor Grader			
	Panjang hamparan	L _h	50	m
	Lebar overlap	b _o	0.30	m
	Jumlah lintasan	n	4	kali
	Jumlah pengupasan tiap lintasan	N	1	kali
	Lebar pisau efektif	b	2.2	m
	Kecepatan rata - rata	v	4	km/ja m
	Faktor Efektivitas	F _a	0.83	
	Waktu 1 kali lintasan	T ₁	0.86	menit
	Waktu lain - lain	T ₂	1	menit
	Cycle Time	T _s	1.86	menit

	$\frac{L_h \times \{n(b - b_o) + b_o\} \times Fa \times 60}{N \times n \times T_s}$	Q5	530	m ³ /jam	
	Koef Alat	1/Q5	0.0019		

4.4.1 Pekerjaan Lean Concrete

Tabel 4. 11 Pekerjaan Lean Concrete

No	Uraian	Kode	Koef.	Sat.	Ket.
I	ASUMSI				
1	Kondisi jalan :				
2	1 baik				
3	2 Menggunakan alat secara mekanis				
4	Lokasi sepanjang jalan				
5	3 Jam kerja efektif	Tk	8	jam	
6	4 Faktor konversi tanah	Fk	1.25		
7	5 bahan lepas	L	11.0	km	
8	6 Jarak ke batching Plant		11000	m	Rata-rata
II	Urutan Kerja				
1	Persiapan tanah dasar, sesuai dengan metode kerja Sub-Grade Preparation. Dalam persiapan tanah dasar ini, permukaan tanah yang telah dipadatkan dibersihkan dengan				

	menggunakan "Air Compressor".				
2	Selanjutnya tanah permukaan disiram air dengan menggunakan "Water Tank Truck" agar dasar permukaan dalam kondisi basah sewaktu proses pengecoran lantai kerja berlangsung.				
3	Pemasangan bekisting samping lantai kerja, yang menggunakan baja canal 7 cm dan baji dari kayu atau bambu, untuk menghindari melubernya material concrete ke samping dan sebagai bahan pembentuk konstruksi.				
4	Lantai kerja (lapisan perataan) menggunakan Concrete Class E yang dibawa dari Batching Plant dengan menggunakan Truck Mixer.				
5	Penghamparan dilakukan dengan ketebalan 10 cm, sedangkan untuk kerataan digunakan jidar.				
6	Apabila Lean Concrete selesai diratakan dan dipadatkan, maka perawatan dilakukan dengan curing compound air dan kemudian ditutup dengan geotextile serta disiram air selama 7 hari berturut-turut.				

III	Alat, Tenaga				
1	Alat				
1a	Batching Plant				
	Faktor Efisiensi	F_a	0.8		
	Kapasitas produksi	V	20	m^3	
	Waktu mengisi	T_1	2	t	
	Waktu Mengaduk	T_2	3	t	
	Waktu menuang	T_3	3	t	
	Waktu mengunggu	T_4	2	t	
		T_s	10	t	
	Produktivitas	$\frac{V \times F_a \times 60}{1000 \times T_s}$	Q_1	96	m^3/jam
	Koef Alat	$1/Q_1$	0.010	jam	
1b	Mixer Truck				
	Faktor Efisiensi	F_a	0.8		
	Kapasitas Drum	V	5	m^3	
	Kecepatan isi	v_1	40	km/jam	
	Kecepatan kosong	v_2	60	km/jam	
	Lama waktu mengisi	T_1	3	t	
	Lama waktu mengangkut	T_2	16.5	t	

Lama waktu kembali		T_3	11	menit	
Lama waktu menumpahkan		T_4	2	menit	
Cycle Time		T_s	33	menit	
Produktivitas	$\frac{V \times F_a \times}{60}$	Q_2	7.4	m^3/jam	
Koef Alat	T_s	$1/Q_2$	0.14		

4.5.1 Pekerjaan Perkerasan

Tabel 4. 12 Pekerjaan Perkerasan

No	Uraian	Kode	Koef.	Sat.	Ket.
I	ASUMSI				
1	Kondisi jalan : baik				
2	Menggunakan alat secara mekanis				
3	Lokasi sepanjang jalan				
4	Jam kerja efektif	Tk	8	jam	
5	Faktor konversi bahan tanah lepas	Fk	1.25		
6	Jarak dari batching plant	L	11.0 11000	km m	Rata-rata
II	Urutan Kerja				
1	Memasang patok bantu untuk elevasi dan koordinat concrete pavement sesuai design serta untuk dudukan kabel sensor otomatis. Pekerjaan diusahakan dari elevasi yang rendah.				
2					

3	Pemasangan plastik sepanjang yang akan di cor.			
4	Penempatan tulangan Transpose Joint, tulangan tie-bar dan tulangan tepi.			
5	Mangatur ketebalan pada alat sehingga menghasilkan ketebalan beton mencapai ukuran sesuai spesifikasi.			
6	Material Concrete yang digunakan untuk perkerasan ini adalah concrete yang didatangkan dari Batching Plant dengan mempergunakan Agitator Truck/Truck Mixer/Dump Truk.			
7	Untuk mencapai kepadatan dilakukan dengan alat Concrete Vibrator yang mana alat tersebut sudah dipasang pada mesin penghampar.			
8	Perataan dilakukan dengan mempergunakan alat yang ada pada "Concrete Paver".			
9	Pekerjaan Finishing, dilakukan dengan menggunakan Straightedge panjang 3m (dari aluminium, lurus dan rata untuk mengecek kerataan) dan Roskam untuk menghaluskan dan meratakan terutama pada bagian tepi.			
10	Selesai diratakan dan dipadatkan, perawatan dengan curring compound Antisol-S kemudian ditutup dengan geotextile serta disiram air selama 7 hari berturut-turut.			
11	Pemotongan permukaan perkerasan baik terhadap memanjang maupun			

	melintang sesuai dengan gambar (design) dengan mempergunakan “Concrete Cutter” dan diisi dengan material Asphaltic Joint Sealent.				
III	Alat, Tenaga				
1	Alat				
1a	Batching Plant				
	Faktor Efisiensi	F_a	0.8		
	Kapasitas produksi	V	20	m^3	
	Waktu mengisi	T_1	2	men	
	Waktu Mengaduk	T_2	3	men	
	Waktu menuang	T_3	3	men	
	Waktu mengunggu	T_4	2	men	
		T_s	10	men	
	Produktivitas	$\frac{V \times F_a \times 60}{T_s}$	Q_1	m^3/j	am
	Koef Alat	$1/Q_1$	0.010	jam	
1b	Dump Truck				
	Faktor Efisiensi	F_a	0.8		
	Kapasitas Bak	V	20	m^3	
	Kecepatan isi	v_1	667	m/	men
	Kecepatan kosong	v_2	1000	m/	men

1c	Waktu muat		T_1	10	menit
	Waktu tempuh isi		T_2	16	menit
	Waktu tempuh kosong		T_3	11	menit
	Waktu menumpahkan		T_4	2	menit
	Fixed Time DT		T_s	39	menit
	Waktu siklus				
	Produktivitas	$\frac{V \times F_a \times 60}{T_s \times F_k}$	Q_2	19.4	m ³ /jam
	Koef Alat		1/ Q_2	0.05	jam
	Concerete Paver				
	Faktor efisiensi		F_a	0.80	
	Lebar hamparan		b	4.50	m
	Tebal hamparan		t	0.30	m
	Kecepatan menghampar		v	4.00	m/menit
	Menghamparkan		T	2.00	menit
	Menumpahkan		T	1.00	menit
	Cycle Time		T	3.00	
	Kapasitas produksi	$\frac{b \times T \times F_a}{x V \times 60}$	Q_3	86.40	m ³ /jam
	Koef Alat	T	1/ Q_3	0.012	jam

4.4 Perhitungan Durasi

4.1.1 Pembersihan Lahan

a. Alat yang digunakan

- ☐ Excavator
- ☐ Bulldozer
- ☐ Dump Truck

b. Produktivitas individu alat

- ☐ Excavator = 185.14 m³/jam
- ☐ Bulldozer = 105.56 m³/jam
- ☐ Dump Truck = 23.79 m³/jam

c. Jumlah alat yang digunakan

- ☐ Excavator

<i>Kapasitas Produksi Tertinggi</i>	=	185.14	m ³ /jam
<i>Kapasitas Excavator</i>	=	185.14	m ³ /jam
	=	1	unit

- ☐ Bulldozer

<i>Kapasitas Produksi Tertinggi</i>	=	185.14	m ³ /jam
<i>Kapasitas Bulldozer</i>	=	105.56	m ³ /jam
	=	2	unit

▪ Dump Truck

$$\begin{array}{rcl}
 \text{Kapasitas Produksi} & & \\
 \text{Tertinggi} & = & 185.14 \quad \text{m}^3/\text{jam} \\
 \hline
 \text{Kapasitas Dump Truck} & = & 23.79 \quad \text{m}^3/\text{jam} \\
 & = & 8 \quad \text{unit}
 \end{array}$$

d. Kombinasi

$$\begin{array}{rcl}
 \square \quad 1 \text{ unit Excavator} & = & 1 \times 185.14 \text{ m}^3/\text{jam} \\
 & = & 185.14 \quad \text{m}^3/\text{jam} \\
 \square \quad 2 \text{ unit Bulldozer} & = & 2 \times 105.56 \text{ m}^3/\text{jam} \\
 & = & 211.11 \quad \text{m}^3/\text{jam} \\
 \square \quad 8 \text{ unit Dump} & = & \\
 \text{Truck} & = & 8 \times 23.79 \text{ m}^3/\text{jam} \\
 & = & 190.28 \quad \text{m}^3/\text{jam}
 \end{array}$$

$$\begin{array}{rcl}
 \text{e. Produksi per hari} & = & \text{Prod. Komb. terkecil} \times \text{durasi kerja} \\
 & = & 185.14 \times 8 \text{ jam} \\
 & = & 1481.14 \quad \text{m}^3/\text{hari}
 \end{array}$$

f. Produksi Grup

Digunakan 4 grup alat

$$\begin{array}{rcl}
 \text{Prod. Grup} & = & \text{Prod. per hari} \times \text{Jumlah Grup} \\
 & = & 1481.14 \times 4
 \end{array}$$

$$= 5924.6 \quad \text{m}^3/\text{hari}$$

g. Durasi

Zona 1

$$\text{Volume} = 135,978.93$$

m³

Durasi =

$$\frac{\text{Volume}}{\text{Produktivitas group}}$$

$$= 46 \quad \text{hari}$$

Zona 2

$$\text{Volume} = 130,830 \text{ m}^3$$

Durasi =

$$\frac{\text{Volume}}{\text{Produktivitas group}}$$

$$= 44 \text{ hari}$$

4.4.2 Galian Biasa

a. Alat yang digunakan

- ☐ Excavator
- ☐ Bulldozer
- ☐ Dump Truck

b. Produktivitas individu alat

- ☐ Excavator = 169.71 m³/jam
- ☐ Dump Truck = 31.91 m³/jam

c. Jumlah alat yang digunakan

- ☐ Excavator

$$\frac{\text{Kapasitas Produksi Tertinggi}}{\text{Kapasitas Excavator}} = \frac{169.71 \text{ m}^3/\text{jam}}{169.71 \text{ m}^3/\text{jam}} = 1 \text{ unit}$$

- ☐ Dump Truck

$$\frac{\text{Kapasitas Produksi Tertinggi}}{\text{Kapasitas Dump Truck}} = \frac{169.71 \text{ m}^3/\text{jam}}{31.91 \text{ m}^3/\text{jam}} = 5 \text{ unit}$$

d. Kombinasi

- ☐ 1 unit excavator = 1 x 169.71 m³/jam
= 169.71 m³/jam
- ☐ 5 unit DT = 5 x 31.91 m³/jam

$$= 159.53 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$\begin{aligned} \text{e. Produksi per hari} &= \text{Prod. Komb. terkecil} \times \text{durasi kerja} \\ \text{Produksi} &= 159.53 \times 8 \text{ jam} \\ &= 1276.24 \text{ m}^3/\text{hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{f. Produksi Grup} \\ \text{Digunakan 6 grup alat} \\ \text{Prod. Grup} &= \text{Prod. per hari} \times \text{Jumlah Grup} \\ &= 1276.24 \times 6 \\ &= 7657.44 \text{ m}^3/\text{hari} \end{aligned}$$

g. Durasi

Zona 1

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= 362,371.40 \text{ m}^3 \\ \text{Durasi} &= \text{Volume}/\text{Prod.} \\ \text{group} &= 142 \text{ hari} \end{aligned}$$

Zona 2

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= 360,679.28 \text{ m}^3 \\ \text{Durasi} &= \\ &\text{Volume}/(\text{Prod.} \\ \text{group}) &= 141 \text{ hari} \end{aligned}$$

Zona 3

$$\text{Volume} = 353,036.84 \text{ m}^3$$

$$\begin{aligned} \text{Durasi} &= \\ & \text{Volume}/(\text{Prod.} \\ & \text{group}) \\ &= 138 \text{ hari} \end{aligned}$$

4.4.3 Borrow Material

a. Alat yang digunakan

- ☐ Excavator
- ☐ Bulldozer
- ☐ Dump Truck
- ☐ Vibro Roller

b. Produktivitas individu alat

- ☐ Excavator = 154.29 m³/jam
- ☐ Bulldozer = 105.56 m³/jam
- ☐ Dump Truck = 17.77 m³/jam
- ☐ Vibro Roller = 271.97 m³/jam

c. Jumlah alat yang digunakan

- ☐ Excavator

*Kapasitas
Produksi
Tertinggi*

=

271.97 m³/jam

*Kapasitas
Excavator*

$$= \frac{154.29 \text{ m}^3/\text{jam}}{2 \text{ unit}}$$

□ Bulldozer

*Kapasitas
Produksi
Tertinggi*

$$= \frac{271.97 \text{ m}^3/\text{jam}}{}$$

*Kapasitas
Bulldozer*

$$= \frac{105.56 \text{ m}^3/\text{jam}}{3 \text{ unit}}$$

□ Dump
Truck

*Kapasitas
Produksi
Tertinggi*

$$= \frac{271.97 \text{ m}^3/\text{jam}}{}$$

*Kapasitas Dump
Truck*

$$= \frac{17.77 \text{ m}^3/\text{jam}}{15 \text{ unit}}$$

□ Vibro
Roller

*Kapasitas
Produksi
Tertinggi*

$$= \frac{271.97 \text{ m}^3/\text{jam}}{}$$

*Kapasitas Vibro
Roller*

$$= \frac{271.97 \text{ m}^3/\text{jam}}{1 \text{ unit}}$$

d. Kombinasi

$$\begin{aligned}
 &\square \quad 2 \text{ unit} \\
 &\text{excavator} \quad = \quad 2 \times 154.29 \text{ m}^3/\text{jam} \\
 &\quad = \quad 308.57 \text{ m}^3/\text{jam} \\
 &\square \quad 3 \text{ unit} \\
 &\text{bulldozer} \quad = \quad 3 \times 105.56 \text{ m}^3/\text{jam} \\
 &\quad = \quad 316.67 \text{ m}^3/\text{jam} \\
 &\square \quad 15 \text{ unit} \\
 &\text{DT} \quad = \quad 15 \times 17.77 \text{ m}^3/\text{jam} \\
 &\quad = \quad 266.53 \text{ m}^3/\text{jam} \\
 &\square \quad 1 \text{ unit} \\
 &\text{Vibro Roller} \quad = \quad 1 \times 271.97 \text{ m}^3/\text{jam} \\
 &\quad = \quad 271.97 \text{ m}^3/\text{jam}
 \end{aligned}$$

e. Produksi per hari

$$\begin{aligned}
 \text{Produksi} &= \text{Produktivitas kombinasi terkecil} \times \text{durasi} \\
 &= 266.53 \times 8 \text{ jam} \\
 &= 2132.24 \text{ m}^3/\text{hari}
 \end{aligned}$$

f. Produksi grup
Digunakan 8 grup alat

$$\begin{aligned}
 \text{Prod. Grup} &= \text{Produktivitas per hari} \times \text{Jumlah Grup} \\
 &= 2132.24 \times 8 \\
 &= 17058 \text{ m}^3/\text{hari}
 \end{aligned}$$

g. Durasi**Zona 1**

$$\begin{aligned}
 \text{Volume} &= 957,549.68 \text{ m}^3 \\
 \text{Durasi} &= \frac{\text{Volume}}{\text{Produktivitas group}} \\
 &= 112 \text{ hari}
 \end{aligned}$$

Zona 2

$$\begin{aligned}
 \text{Volume} &= 959,649.34 \text{ m}^3 \\
 \text{Durasi} &= \frac{\text{Volume}}{\text{Produktivitas group}} \\
 &= 113 \text{ Hari}
 \end{aligned}$$

Zona 3

$$\begin{aligned}
 \text{Volume} &= 960,940.79 \text{ m}^3 \\
 \text{Durasi} &= \frac{\text{Volume}}{\text{Produktivitas group}} \\
 &= 113 \text{ hari}
 \end{aligned}$$

Zona 4

$$\begin{aligned}
 \text{Volume} &= 952,058.92 \text{ m}^3 \\
 \text{Durasi} &= \frac{\text{Volume}}{\text{Produktivitas group}} \\
 &= 112 \text{ hari}
 \end{aligned}$$

4.4.4 Subgrade

a. Alat yang digunakan

- ☐ Motor Grader
- ☐ Water Tank Truck

☐ Vibro Roller

b. Produktivitas individu alat

☐ Motor Grader = 530 m³/jam

☐ Water Truck = 96.43 m³/jam

☐ Vibro Roller = 181.31 m³/jam

c. Jumlah alat yang digunakan

☐ Motor Grader

$$\frac{\text{Kapaitas Produksi}}{\text{Kapaitas Motor Grader}} = \frac{530 \text{ m}^3/\text{jam}}{530 \text{ m}^3/\text{jam}}$$

$$= 1 \text{ unit}$$

☐ Water Truck

$$\frac{\text{Kapaitas Produksi}}{\text{Kapaitas water tank truck}} = \frac{530 \text{ m}^3/\text{jam}}{96.43 \text{ m}^3/\text{jam}}$$

$$= 5 \text{ unit}$$

☐ Vibro Roller

$$\frac{\text{Kapaitas Produksi}}{\text{Kapaitas water tank truck}} = 3 \text{ unit}$$

d. Kombinasi

☐ 1 unit Motor Grader

☐ 5 unit Water Truck

☐ 3 unit Vibro Roller

e. Produksi per hari

Prod = Prod terkecil x durasi kerja

$$\begin{aligned}
 & 482.14 \times 8 \\
 &= \text{jam} \\
 &= 3857.14 \text{ m}^3/\text{hari}
 \end{aligned}$$

f. Produksi grup

Digunakan 1 grup alat

$$\begin{aligned}
 \text{Prod. Grup} &= \text{Produktivitas per hari} \times \text{Jumlah Grup} \\
 &= 3857.14 \times 1 \\
 &= 3857.14 \text{ m}^3/\text{hari}
 \end{aligned}$$

g. Durasi

Zona 1

$$\begin{aligned}
 \text{Volume} &= 125,071.62 \text{ m}^3 \\
 \text{Durasi} &= \text{Volume} / \text{Prod. grup} \\
 &= 32 \text{ hari}
 \end{aligned}$$

4.4.5 Sub Base Kelas B

a. Alat yang digunakan

☐ Motor Grader

☐ Water Tank Truck

☐ Vibro Roller

b. Produktivitas individu alat

☐ Motor Grader = 530 m³/jam

☐ Water Truck = 96.43 m³/jam

☐ Vibro Roller = 181.31 m³/jam

c. Jumlah alat yang digunakan

☐ Motor Grader

$$\frac{\text{Kapasitas Produksi Tertinggi}}{\text{Kapasitas Motor Grader}} = \frac{530 \text{ m}^3/\text{jam}}{530 \text{ m}^3/\text{jam} \times 1 \text{ unit}}$$

☐ Water Truck

$$\frac{\text{Kapasitas Produksi Tertinggi}}{\text{Kapasitas Water Truck}} = \frac{530 \text{ m}^3/\text{jam}}{96.43 \text{ m}^3/\text{jam} \times 5 \text{ unit}}$$

☐ Vibro Roller

$$\frac{\text{Kapasitas Produksi Tertinggi}}{\text{Kapasitas Vibro Roller}} = \frac{530 \text{ m}^3/\text{jam}}{181.31 \text{ m}^3/\text{jam} \times 3 \text{ unit}}$$

d. Kombinasi

☐ 1 unit Motor Grader = 1 x 530

= 529.60 m³/jam

☐ 5 unit Water Truck = 5 x 96.43

= 482.14 m³/jam

$$\begin{aligned}
 \square \quad 3 \text{ unit Vibro Roller} &= 2 \times 271.97 \\
 &= 543.94 \quad \text{m}^3/\text{jam}
 \end{aligned}$$

e. Produksi per hari

$$\begin{aligned}
 \text{Prod} &= \text{Produksi komb. Terkecil} \times \text{durasi kerja} \\
 &= 482.14 \times 8 \text{ jam} \\
 &= 3857.14 \text{ m}^3/\text{hari}
 \end{aligned}$$

f. Produksi grup

Digunakan 1 grup alat

$$\begin{aligned}
 \text{Prod. Grup} &= \text{Prod./hari} \times \text{Jumlah Grup} \\
 &= 3857.14 \times 1 \\
 &= 3857.14 \quad \text{m}^3/\text{hari}
 \end{aligned}$$

g. Durasi

Zona 1

$$\begin{aligned}
 \text{Volume} &= 106,099.94 \quad \text{m}^3 \\
 \text{Durasi} &= \text{Volume} / \text{Prod. grup} \\
 &= 28 \quad \text{hari}
 \end{aligned}$$

4.4.6 Lean Concrete

a. Alat yang digunakan

☐ Batching Plant

☐ Mixer Truck

b. Produktivitas individu alat

$$\begin{aligned}
 \square \quad \text{Batching Plant} &= 96 \quad \text{m}^3/\text{jam}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \square \quad \text{Mixer Truck} &= 7.36 \quad \text{m}^3/\text{jam}
 \end{aligned}$$

d. Jumlah alat yang digunakan

☐ Batching Plant

$$\frac{\text{Kapasitas Produksi Tertinggi}}{\text{Kapasitas Batching Plant}} = \frac{96 \text{ m}^3/\text{jam}}{96 \text{ m}^3/\text{jam}} = 1 \text{ unit}$$

☐ Mixer Truck

$$\frac{\text{Kapasitas Produksi Tertinggi}}{\text{Kapasitas Mixer Truck}} = \frac{96 \text{ m}^3/\text{jam}}{7.36 \text{ m}^3/\text{jam}} = 13 \text{ unit}$$

d. Kombinasi

$$\begin{aligned} \text{1 unit Batching Plant} &= 1 \times 96 \text{ m}^3/\text{jam} \\ &= 96 \text{ m}^3/\text{jam} \\ \text{13 unit Mixer Truck} &= 13 \times 7.36 \text{ m}^3/\text{jam} \\ &= 95.63 \text{ m}^3/\text{jam} \end{aligned}$$

e. Produksi per hari

Prod

$$\begin{aligned} &\text{Prod.Komb.terkecil} \times \\ &= \text{durasi kerja} \\ &= 95.63 \times 8 \text{ jam} \\ &= 765.06 \text{ m}^3/\text{hari} \end{aligned}$$

f. Produksi grup

Digunakan 1 grup alat

Prod. Grup

$$\begin{aligned} &= \text{Produktivitas per hari} \times \\ &\text{Jumlah Grup} \\ &= 765.06 \times 1 \end{aligned}$$

$$= 765.06 \text{ m}^3/\text{hari}$$

g. Durasi

Zona 1

$$\text{Volume} = 27,890.48 \text{ m}^3$$

$$\begin{aligned} \text{Durasi} &= \text{Volume} / \text{Prod. grup} \\ &= 36 \text{ hari} \end{aligned}$$

Zona 2

$$\text{Volume} = 26,568.81 \text{ m}^3$$

$$\begin{aligned} \text{Durasi} &= \text{Volume} / \text{Prod. grup} \\ &= 35 \text{ hari} \end{aligned}$$

4.4.7 Perkerasan

a. Alat yang digunakan

- ☐ Batching Plant
- ☐ Dump Truck
- ☐ Concrete Paver

b. Produktivitas individu alat

- ☐ Batching Plant = 96 m^3/jam
- ☐ Dump Truck = 19.45 m^3/jam
- ☐ Concrete Paver = 86.40 m^3/jam

c. Jumlah alat yang digunakan

- ☐ Batching Plant

$$\frac{\text{Kapasitas Produksi Tertinggi}}{\text{Kapasitas Batching Plant}} = \frac{96 \text{ m}^3/\text{jam}}{96 \text{ m}^3/\text{jam}} = 1 \text{ unit}$$

□ Dump Truck

$$\frac{\text{Kapasitas Produksi Tertinggi}}{\text{Kapasitas Dump Truck}} = \frac{96 \text{ m}^3/\text{jam}}{19.45 \text{ m}^3/\text{jam}} = 5 \text{ unit}$$

□ Concrete Paver

$$\frac{\text{Kapasitas Produksi Tertinggi}}{\text{Kapasitas Concrete Paver}} = \frac{96 \text{ m}^3/\text{jam}}{86.40 \text{ m}^3/\text{jam}} = 1 \text{ unit}$$

d. Kombinasi

$$\square \quad 1 \text{ unit Batching Plant} = 1 \times 96 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$= 96 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$\square \quad 5 \text{ unit Dump Truck} = 5 \times 19.45 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$= 97.24 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$\square \quad 1 \text{ unit Concrete Paver} = 1 \times 86.40 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$= 86.40 \text{ m}^3/\text{jam}$$

e. Produksi per hari

$$\begin{aligned}\text{Prod} &= \text{Produktivitas kombinasi terkecil} \times \text{durasi kerja} \\ &= 86.40 \times 8 \text{ jam} \\ &= 691.20 \text{ m}^3/\text{hari}\end{aligned}$$

f. Produksi grup

Digunakan 1 grup alat

$$\begin{aligned}\text{Prod. Grup} &= \text{Produktivitas per hari} \times \text{Jumlah Grup} \\ &= 691.20 \times 1 \\ &= 691.20 \text{ m}^3/\text{hari}\end{aligned}$$

g. Durasi

Zona 1

$$\begin{aligned}\text{Volume} &= 65,499.42 \text{ m}^3 \\ \text{Durasi} &= \text{Volume} / \text{Produktivitas grup} \\ &= 95 \text{ hari}\end{aligned}$$

Zona 2

$$\begin{aligned}\text{Volume} &= 61,897.71 \text{ m}^3 \\ \text{Durasi} &= \text{Volume} / \text{Produktivitas grup} \\ &= 90 \text{ hari}\end{aligned}$$

4.4.8 Pekerjaan Drainase

Pekerjaan Pasangan Batu Mortar

a. Alat

$$\text{Alat yang digunakan} = \text{Concrete Mixer}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Kapasitas Concrete Mixer (V)} &= 500 \text{ liter} \\
 \text{Faktor Efisiensi Alat (Fa)} &= 0.83 \\
 \text{Waktu Siklus (Ts)} &= 3 \text{ menit} \\
 \text{Produktivitas Alat} &= (V \times Fa \times 60)/(1000 \times Ts)
 \end{aligned}$$

$$= 8.3 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$= 66.4 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$\text{b. Koefisien Alat} = 0.120481928$$

c. Tenaga Kerja

$$\text{Jam Kerja Efektif} = 8 \text{ jam}$$

$$\text{Mandor} = 1 \text{ orang}$$

$$\text{Pekerja} = 12 \text{ orang}$$

$$\text{Koefisien Mandor} = 0.1205 \text{ OH}$$

$$\text{Koefisien Pekerja} = 1.4458 \text{ OH}$$

d. Durasi Pekerjaan

$$\text{Volume} = 1,917.28 \text{ m}^3$$

$$\text{Kapasitas Produksi Harian (dipakai 4 tim)} = 66.4 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$\text{Durasi} = \text{Volume} / \text{Produktivitas harian}$$

$$= 29 \text{ hari}$$

Pekerjaan Batu Kosong

a. Tenaga Kerja

$$\text{Mandor} = 1 \text{ orang}$$

$$\text{Kepala Tukang Batu} = 1 \text{ orang}$$

$$\text{Tukang Batu} = 2 \text{ orang}$$

$$\text{Pembantu Tukang} = 8 \text{ orang}$$

b. Koefisien

$$\text{Koefisien Mandor} = 0.039 \text{ OH}$$

Koefisien Kepala Tukang = 0.039 OH

Koefisien Tukang = 0.390 OH

Koefisien Pembantu Tukang = 0.780 OH

c. Durasi

Volume Pekerjaan = 720.59 m³

Dipakai 4 Grup

Durasi Pekerjaan = Volume x Koefisien Tukang /
Jumlah Tukang

= 35 Hari

4.4.9 Pekerjaan Lain-lain

Menggunakan hasil trial proyek didapat produktivitas 26 buah / hari dengan 1 mandor, 4 tukang dan 8 pembantu tukang. Digunakan 4 grup pekerja.

Volume = 1,344.00 Buah

Produktivitas Grup = 26 Buah/Hari

Durasi = Volume / Produktivitas Grup

= 52 hari

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB V

PEMBAHASAN

5.1 Analisa Harga Satuan

Analisa harga satuan merupakan rincian anggaran yang dibutuhkan untuk tiap item pekerjaan. Analisa harga satuan diperlukan untuk menentukan harga dari suatu pekerjaan, sehingga diperoleh estimasi biaya total dari suatu pekerjaan. Rincian perhitungan analisa harga satuan meliputi :

Analisa Harga : $(A \times D) + (B \times E) + (C \times F)$

Di mana :

A : Koefisien pekerja

B : Harga satuan dasar pekerja

C : Koefisien material

D : Harga satuan dasar material

E : Koefisien alat berat

F : Harga sewa per jam alat berat

Nilai koefisien untuk pekerja, bahan, dan alat berat didapatkan dari perhitungan produktivitas. Untuk nilai koefisien alat berat yang didapatkan dipengaruhi oleh spesifikasi dari alat berat di lokasi proyek. Sementara untuk harga satuan dasar material menggunakan acuan yang didapatkan dari lokasi proyek.

Dengan menggunakan acuan tersebut, didapatkan rekap total hasil analisa harga satuan untuk masing-masing item pekerjaan sebagai berikut :

No	Item Pekerjaan	Satuan	Harga Satuan
1	Pembersihan Lahan		
	Pembersihan Lahan Zona 1	m ³	Rp4,899.99

	Pembersihan Lahan Zona 2	m ³	Rp4,899.99
2	Pekerjaan Galian		
	Pekerjaan Galian Zona 1	m ³	Rp30,291.40
	Pekerjaan Galian Zona 2	m ³	Rp30,291.40
	Pekerjaan Galian Zona 3	m ³	Rp30,291.40
3	Pekerjaan Borrow Material		
	Pekerjaan Borrow Material Zona 1	m ³	Rp53,499.78
	Pekerjaan Borrow Material Zona 2	m ³	Rp53,499.78
	Pekerjaan Borrow Material Zona 3	m ³	Rp53,499.78
	Pekerjaan Borrow Material Zona 4	m ³	Rp53,499.78
4	Pekerjaan Drainase		
	Pekerjaan Pasangan Batu Mortar	m ³	Rp1,220,433.93
	Pekerjaan Pasangan Batu Kosong	m ³	Rp791,234.40
5	Pekerjaan Subgrade dan Subbase		
	Pekerjaan Subgrade	m ³	Rp2,049.75
	Pekerjaan Subbase kelas B	m ³	Rp345,635.29
6	Pekerjaan Lean Concrete		
	Pekerjaan Lean Concrete Zona 1	m ³	Rp901,540.38
	Pekerjaan Lean Concrete Zona 2	m ³	Rp901,540.38
7	Pekerjaan Perkerasan		
	Pekerjaan Perkerasan Zona 1	m ³	Rp1,161,559.64
	Pekerjaan Perkerasan Zona 2	m ³	Rp1,161,559.64
8	Pekerjaan Lain-lain		
	Pemasangan Guardrail	m	Rp1,689,830.77

5.2 Rencana Anggaran Biaya

Rencana Anggaran Biaya merupakan hasil perhitungan biaya yang perlu dikeluarkan untuk pembangunan Jalan Tol Mojokerto – Kertosono Seksi 2 STA 5+000 – STA 24+900 ini. Perhitungan biaya ini menggunakan harga satuan yang diambil dari Standard Satuan Harga (SSH) Pemerintah Kota Surabaya tahun 2017.

Berikut adalah hasil perhitungannya :

No	Jenis Pekerjaan	Sat	Vol	Harga Satuan	Total Harga
1	Umum				
	Mobilisasi dan Demobilisasi	Ls	1	6,958,304,590.80	6,958,304,590.80
2	Pembersihan Lahan				
	Pembersihan Lahan Zona 1	m3	135,978.93	4,899.99	666,295,196.29
	Pembersihan Lahan Zona 2	m3	130,830.27	4,899.99	641,066,828.51
3	Pekerjaan Tanah				
	Pekerjaan Galian Zona 1	m3	362,371.40	30,291.40	10,976,737,379.60

	Pekerjaan Galian Zona 2	m3	360,679.28	30,291.40	10,925,480,694.18
	Pekerjaan Galian Zona 3	m3	353,036.84	30,291.40	10,693,980,381.24
4	Pekerjaan Borrow Material				
	Borrow Material Zona 1	m3	957,549.68	53,499.78	51,228,698,665.73
	Borrow Material Zona 2	m3	959,649.34	53,499.78	51,341,029,891.66
	Borrow Material Zona 3	m3	960,940.79	53,499.78	51,410,122,184.32
	Borrow Material Zona 4	m3	952,058.92	53,499.78	50,934,943,921.19
5	Pekerjaan Drainase				
	Pasangan batu dengan mortar	m3	1,917.28	1,220,433.93	2,112,738,328.47
	Pasangan batu kosong	m3	720.59	791,234.40	1,414,524,193.07
6	Pekerjaan Subgrade dan Subbase Kelas B				
	Pekerjaan Subgrade	m3	125,071.62	2,049.75	256,365,928.07

	Pekerjaan Subbase Kelas B	m3	106,099.94	345,635.29	36,671,882,943.24
7	Pekerjaan Lean Concrete				
	Pekerjaan Lean Concrete Zona 1	m3	27,890.48	901,540.38	25,144,392,919.64
	Pekerjaan Lean Concrete Zona 2	m3	26,568.81	901,540.38	23,952,857,718.22
8	Pekerjaan Perkerasan				
	Perkerasan Zona 1	m3	65,499.42	1,161,559.64	76,081,487,767.56
	Perkerasan Zona 2	m3	61,897.71	1,161,559.64	71,897,882,380.87
9	Pekerjaan Lain-lain				
	Pemasangan Guardrail	m	1,344.00	1,689,830.77	2,255,087,261.54
Biaya Tak Langsung Proyek					Rp4,608,381,666.67
Total Biaya					IDR 490,172,260,840.87

(Halaman ini sengaja dikosogkan)

5.3 Perhitungan Crash Duration dan Crash Cost

Dalam perhitungan waktu dan biaya proyek akan diuraikan secara rinci langkah-langkah perhitungan biaya proyek. Diantaranya adalah *normal cost*, *normal duration*, *crash cost*, *crash duration*, dan *cost slope*.

Setelah perhitungan *cost slope* masing-masing alternative telah diketahui, langkah selanjutnya adalah melakukan crashing pada aktivitas yang berada pada lintasan kritis dengan *cost slope* terendah sehingga didapatkan pertukaran silang biaya dan waktu yang optimal.

Konsep yang digunakan untuk penerapan alternative pekerjaan adalah sebagai berikut :

- a. Pekerjaan pembersihan lahan zona 1 digunakan alternative penambahan jam kerja. Penambahan jam kerja digunakan 3 jam kerja tambahan atau lembur. Untuk produktifitas pekerja yang melakukan kerja lembur mengalami penurunan sebesar 14.09%. Sehingga diperkirakan produktifitas untuk pekerja yang melakukan kerja lembur adalah 85.91%.
- b. Pekerjaan galian zona 1 digunakan alternative penambahan jumlah alat berat. Pada pekerjaan ini terdapat 2 grup alat berat yang masing-masing grup terdiri dari 1 excavator dan 5 dump truck.

Dari skenario percepatan dilakukan tahap-tahap crashing dengan alternatif penambahan alat dan jam kerja

1. Penambahan jam kerja

Contoh perhitungan penambahan jam kerja pada pekerjaan pembersihan lahan zona 1 dengan penambahan jam kerja lembur (3 jam)

- Volume = 135978.93m³
- Durasi normal = 46 hari

- Produktivitas normal = Volume / Durasi
 = 2,962.29 m³/hari
 = 370.29 m³/jam
- Produktivitas setelah crash = (Jam kerja normal x prod. Normal) + (Jam kerja lembur x prod. Normal x efisiensi)
 = (8 jam x 370.29 m³/jam) + (3 jam x 370.29 m³/jam x 85.91%) = 3,916.62 m³/hari
- Crash duration = Volume / Produktivitas Crash
 = 35 hari
- Upah pekerja jam normal = Rp4,558,150.00,-/hari
- Upah kerja lembur/hari untuk 3 jam

mandor	=	Rp5,399.38
pekerja	=	Rp307,400.00
safety officer	=	Rp165,625.00
pelaksana	=	Rp165,625.00
operator	=	Rp2,375,725.00
Total	=	Rp3,019,774.38
- Total upah kerja /hari = Upah jam normal + Upah lembur
 = Rp7,577,924.38,-/hari
- Total upah kerja (35 hari) = Rp265,227,353.13
- Harga sewa alat per jam

excavator	=	Rp179,875.00
bulldozer	=	Rp345,752.00
dump truck	=	Rp719,000.00
- Harga sewa alat per 11 jam (8 jam + 3 jam lembur)

excavator	=	Rp1,978,625.00
bulldozer	=	Rp3,803,272.00
dump truck	=	Rp7,909,000.00
Total	=	Rp13,690,897.00
- Harga sewa alat selama 35 hari = Rp479,181,395.00

- Crash cost untuk pekerjaan pembersihan lahan zona 1
 = Harga sewa alat + Total upah kerja
 = Rp744,408,748.13

2. Penambahan Alat Berat

Contoh perhitungan penambahan alat berat pada pekerjaan galian zona 1

- Volume = 362371.40 m³
- Durasi normal = 142 hari
- Produktivitas normal = Volume / Durasi
 = 2552.48 m³/hari
- Pada pekerjaan galian terdapat 2 grup alat berat dimana 1 grup terdiri dari 1 excavator dan 5 dump truck.
- Produktivitas 1 grup alat berat = 1276.24m³/hari
- Dilakukan penambahan 1 grup alat
- Produktivitas setelah crashing = produktivitas harian + produktivitas tambahan = 3828.72 m³/hari
- Crash duration = Volume / Prod. Setelah Crashing
 = 95 hari
- Harga sewa alat berat per hari
 - excavator = Rp719,500.00
 - dumptruck = Rp359,500.00
- Harga sewa alat berat per hari sebelum crashing
 - excavator 2 unit = Rp1,439,000.00
 - dumptruck 10 unit = Rp3,595,000.00
 - = Rp5,034,000.00
- Harga sewa alat berat per hari setelah crashing
 - excavator 3 unit = Rp2,158,500.00
 - dumptruck 15 unit = Rp5,392,500.00
 - = Rp7,551,000.00

- Harga sewa alat berat selama 95 hari kerja =
Rp714,668,706.36
- Harga satuan upah = Rp28,319.20
- Total crash cost pekerjaan galian zona 1 = Harga
sewa alat + Upah pekerja
= Rp10,976,737,379.60

5.4 Perhitungan Cost Slope

Cost slope merupakan perbandingan antara pertambahan biaya dan percepatan waktu penyelesaian proyek yang dihitung dari hasil pengurangan antar biaya crashing dengan biaya normal lalu dibagi dengan hasil pengurangan antar durasi normal dengan durasi percepatan.

$$\text{Cost slope} = \frac{\text{Crash cost} - \text{Normal Cost}}{\text{Normal Duration} - \text{Crash Duration}}$$

Dimana :

Crash cost : Biaya proyek yang dipercepat
 Crash duration : Waktu proyek yang dipercepat
 Normal cost : Biaya proyek normal
 Normal Duration : Waktu proyek normal

Contoh perhitungan cost slope :

Perhitungan pembersihan lahan dengan alternative penambahan jam kerja (3 Jam)

- Normal duration = 46 hari
- Normal cost = Rp666,295,196.29
- Crash duration = 35 hari
- Crash cost = Rp744,408,748.13
- Cost slope = $\frac{CC-NC}{ND-CD}$
= Rp6,983,796.23

Hasil perhitungan cost slope dapat dilihat di lampiran.

5.5 Analisa Biaya dan Waktu Proyek

Sebelum menentukan biaya optimum, dilakukan iterasi terlebih dahulu yang dimulai dengan mengetahui berapa *cost slope* terendah pada lintasan kritis. Perhitungan iterasi dapat dilihat di lampiran.

Dari perhitungan kombinasi nilai *cost slope* didapati durasi setelah pemampatan yaitu : 623 hari – 160 hari = 463 hari.

5.6 Biaya Tak Langsung

Biaya tak langsung adalah biaya untuk kejadian-kejadian yang mungkin bisa terjadi dan mungkin bisa tidak terjadi. Misalnya terjadinya banjir, tanah longsor, badai, kebakaran dan sebagainya, dimana sulit untuk memprediksi besarnya biaya tersebut tetapi harus juga diperkirakan / dianggarkan untuk hal-hal tersebut terjadi. Pada umumnya biaya tidak terduga ini diperkirakan antara ½% sampai 5% dari biaya total kontrak. Biaya tak langsung meliputi antara lain :

- a. Gaji tetap dan tunjangan bagi tim manajemen, tenaga bidang engineering, inspector, dan lain-lain.
- b. Pembangunan fasilitas sementara. Termasuk perumahan darurat tenaga kerja, penyediaan air, listrik, fasilitas komunikasi sementara, dan lain-lain.
- c. Pengeluaran umum. Butir ini meliputi bermacam keperluan tetapi tidak dapat dimasukkan kedalam butir yang lain seperti small tools, pemakaian sekali lewat, misalnya kawat las.
- d. Kontingensi laba atau fee. Kontingensi dimaksudkan untuk menutupi hal-hal yang belum pasti.
- e. Overhead. Butir ini meliputi biaya untuk operasi perusahaan secara keseluruhan, terlepas dari ada atau tidak adanya suatu kontrak yang sedang ditangani. Misalnya, biaya pemasaran, advertensi, gaji eksekutif, sewa kantor, dan lain-lain.
- f. Pajak, pungutan / sumbangan, biaya izin, dan asuransi.

Biaya tak langsung proyek dapat dilihat di lampiran.

5.7 Penentuan Waktu dan Biaya Optimum

Didapatkan dari 11 hari crashing pekerjaan pembersihan lahan zona 1, 11 hari pekerjaan pembersihan lahan zona 2, 47 hari pekerjaan galian zona 1, 22 hari pekerjaan borrow material zona 1, 23 hari pekerjaan borrow material zona 2, 23 hari pekerjaan borrow material zona 3, dan 23 hari pekerjaan borrow material zona 4.

Penambahan biaya cost slope = -Rp23,208,677.71

Maka didapat total biaya langsung = Rp485,540,670,496.49

Biaya tak langsung proyek per hari adalah Rp7,238,333,33.-/hari dan fixed cost Rp98,900,000,-. Perhitungan biaya tak langsung proyek adalah sebagai berikut :

= Biaya tak langsung proyek (623 hari) – Biaya tak langsung proyek (160 hari) = Rp3,351,348,333.33.

Sehingga total biaya proyek adalah :

Total biaya = Biaya langsung (463 hari) + Biaya tak langsung (463 hari) + Fixed cost = Rp493,599,300,496.49.

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Dari hasil perhitungan, dapat diketahui :

1. Biaya langsung pekerjaan dengan produktivitas baru adalah Rp490,172,260,840.87.
2. Biaya langsung pekerjaan setelah dilakukan crashing adalah Rp490,149,052,163.16.
3. Biaya optimum proyek adalah Rp493,599,300,496.49 dan durasi optimum proyek adalah 463 hari.

6.2 Saran

Dalam analisa perbandingan waktu dan biaya ini harga satuan yang digunakan penulis adalah Standar Satuan Harga pemerintah kota Surabaya. Agar lebih akurat sebaiknya digunakan harga satuan proyek.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

DAFTAR PUSTAKA

- Soeharto, Imam, Manajemen Proyek : Dari Konseptual Sampai Operasional. Edisi 2, Cetakan 1. Jakarta : Erlangga, 1999.*
- Ervianto, Wulfram Teori-Aplikasi Manajemen Proyek Konstruksi. Edisi 1. Yogyakarta : Andi, 2004.*
- Soedrajat, S.A, 1994. Analisa (Cara Modern) Anggaran Biaya Pelaksanaan, Bandung : Penerbit Nova.*
- Rachmadi, 1993. Perhitungan Biaya Pelaksanaan Pekerjaan dengan Menggunakan Alat-alat Berat, Jakarta.*

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

LAMPIRAN

Pembersihan Tempat Kerja Zona 1

Volume Pekerjaan 135,978.93 m³

Durasi Pekerjaan 46 hari

No	Item Pekerjaan	Sat	Jumlah	Koef	Harga Satuan	Jumlah Harga
A	Tenaga Kerja					
A1	Mandor	Hari	1	0.0012	163000.00	42.75
A2	Pekerja	Hari	4	0.0314	116000.00	156.64
A3	Pelaksana	Hari	1	0.0003	250000.00	84.39
A4	Safety Officer	Hari	1	0.0003	250000.00	84.39
A5	Operator	Hari	22	0.0074	163000.00	1210.55
B	Peralatan					
B1	Excavator	Hari	2	0.0007	719500.00	485.77
B2	Dump Truck	Hari	16	0.0054	359500.00	1941.74
B3	Bulldozer	Hari	4	0.0014	691504.00	933.74
Nilai HSP per m ³						4899.99

Pembersihan Tempat Kerja Zona 2

Volume Pekerjaan 130,830.27 m³

Durasi Pekerjaan 44 hari

No	Item Pekerjaan	Sat	Jumlah	Koef	Harga Satuan	Jumlah Harga
A	Tenaga Kerja					
A1	Mandor	Hari	1	0.0012	163000.00	42.75
A2	Pekerja	Hari	4	0.0314	116000.00	156.64
A3	Pelaksana	Hari	1	0.0003	250000.00	84.39
A4	Safety Officer	Hari	1	0.0003	250000.00	84.39
A5	Operator	Hari	22	0.0074	163000.00	1210.55
B	Peralatan					
B1	Excavator	Hari	2	0.0007	719500.00	485.77
B2	Dump Truck	Hari	16	0.0054	359500.00	1941.74
B3	Bulldozer	Hari	4	0.0014	691504.00	933.74
Nilai HSP per m ³						4899.99

Galian Biasa Zona 1

Volume Pekerjaan 362,371.40 m³

Durasi Pekerjaan 142 hari

No	Item Pekerjaan	Sat	Jumlah	Koef	Harga Satuan	Jumlah Harga
A	Tenaga Kerja					
A1	Mandor	Hari	1	0.0070	163000.00	1141.00
A2	Pekerja	Hari	4	0.2260	116000.00	26216.00
A3	Pelaksana	Hari	1	0.0004	250000.00	97.94
A4	Safety Officer	Hari	1	0.0004	250000.00	97.94
A5	Operator	Hari	12	0.0047	163000.00	766.31
B	Peralatan					
B1	Excavator	Hari	2	0.0008	719500.00	563.77
B2	Dump Truck	Hari	10	0.0039	359500.00	1408.43
Nilai HSP per m ³						30291.40

Galian Biasa Zona 2

Volume Pekerjaan 360,679.28 m³
Durasi Pekerjaan 141 hari

No	Item Pekerjaan	Sat	Jumlah	Koef	Harga Satuan	Jumlah Harga
A	Tenaga Kerja					
A1	Mandor	Hari	1	0.0070	163000.00	1141.00
A2	Pekerja	Hari	4	0.2260	116000.00	26216.00
A3	Pelaksana	Hari	1	0.0004	250000.00	97.94
A4	Safety Officer	Hari	1	0.0004	250000.00	97.94
A5	Operator	Hari	12	0.0047	163000.00	766.31
B	Peralatan					
B1	Excavator	Hari	2	0.0008	719500.00	563.77
B2	Dump Truck	Hari	10	0.0039	359500.00	1408.43
Nilai HSP per m ³						30291.40

Galian Biasa Zona 3

Volume Pekerjaan 353,036.84 m³

Durasi Pekerjaan 138 hari

No	Item Pekerjaan	Sat	Jumlah	Koef	Harga Satuan	Jumlah Harga
A	Tenaga Kerja					
A1	Mandor	Hari	1	0.0070	163000.00	1141.00
A2	Pekerja	Hari	4	0.2260	116000.00	26216.00
A3	Pelaksana	Hari	1	0.0004	250000.00	97.94
A4	Safety Officer	Hari	1	0.0004	250000.00	97.94
A5	Operator	Hari	12	0.0047	163000.00	766.31
B	Peralatan					
B1	Excavator	Hari	2	0.0008	719500.00	563.77
B2	Dump Truck	Hari	10	0.0039	359500.00	1408.43
Nilai HSP per m ³						30291.40

Borrow Material Zona 1

Volume Pekerjaan 957,549.68 m³

Durasi Pekerjaan 112 hari

No	Item Pekerjaan	Sat	Jumlah	Koef	Harga Satuan	Jumlah Harga
A	Tenaga Kerja					
A1	Mandor	Hari	2	0.02100	163000.00	3423.00
A2	Pekerja	Hari	8	0.25000	116000.00	29000.00
A3	Pelaksana	Hari	2	0.00023	250000.00	58.62
A4	Safety Officer	Hari	2	0.00023	250000.00	58.62
A5	Operator	Hari	84	0.00985	163000.00	1605.36
B	Peralatan					
B1	Excavator	Hari	8	0.00094	719500.00	674.88
B2	Dump Truck	Hari	60	0.00703	359500.00	2529.03
B3	Bulldozer	Hari	12	0.00141	691504.00	972.93
B4	Vibro Roller	Hari	4	0.00047	747000.00	350.34
C	Bahan					
	Borrow Material	m3		1.00	14827.00	14827.00
Nilai HSP per m ³						53499.78

Borrow Material Zona 2

Volume Pekerjaan 959,649.34 m³
Durasi Pekerjaan 113 hari

No	Item Pekerjaan	Sat	Jumlah	Koef	Harga Satuan	Jumlah Harga
A	Tenaga Kerja					
A1	Mandor	Hari	2	0.0210	163000.00	3423.00
A2	Pekerja	Hari	8	0.2500	116000.00	29000.00
A3	Pelaksana	Hari	2	0.0002	250000.00	58.62
A4	Safety Officer	Hari	2	0.0002	250000.00	58.62
A5	Operator	Hari	84	0.0098	163000.00	1605.36
B	Peralatan					
B1	Excavator	Hari	8	0.0009	719500.00	674.88
B2	Dump Truck	Hari	60	0.0070	359500.00	2529.03
B3	Bulldozer	Hari	12	0.0014	691504.00	972.93
B4	Vibro Roller	Hari	4	0.0005	747000.00	350.34
C	Bahan					
	Borrow Material	m3		1.00	14827.00	14827.00
Nilai HSP per m ³						53499.78

Borrow Material Zona 3

Volume Pekerjaan 960,940.79 m³
 Durasi Pekerjaan 113 hari

No	Item Pekerjaan	Sat	Jumlah	Koef	Harga Satuan	Jumlah Harga
A	Tenaga Kerja					
A1	Mandor	Hari	2	0.02100	163000.00	3423.00
A2	Pekerja	Hari	8	0.25000	116000.00	29000.00
A3	Pelaksana	Hari	2	0.00023	250000.00	58.62
A4	Safety Officer	Hari	2	0.00023	250000.00	58.62
A5	Operator	Hari	84	0.00985	163000.00	1605.36
B	Peralatan					
B1	Excavator	Hari	8	0.00094	719500.00	674.88
B2	Dump Truck	Hari	60	0.00703	359500.00	2529.03
B3	Bulldozer	Hari	12	0.00141	691504.00	972.93
B4	Vibro Roller	Hari	4	0.00047	747000.00	350.34
C	Bahan					

	Borrow Material	m3		1.00	14827.00	14827.00
Nilai HSP per m ³						53499.78

Borrow Material Zona 4

Volume Pekerjaan 952,058.92 m³

Durasi Pekerjaan 112 hari

No	Item Pekerjaan	Sat	Jumlah	Koef	Harga Satuan	Jumlah Harga
A	Tenaga Kerja					
A1	Mandor	Hari	2	0.02100	163000.00	3423.00
A2	Pekerja	Hari	8	0.25000	116000.00	29000.00
A3	Pelaksana	Hari	2	0.00023	250000.00	58.62
A4	Safety Officer	Hari	2	0.00023	250000.00	58.62
A5	Operator	Hari	84	0.00985	163000.00	1605.36
B	Peralatan					
B1	Excavator	Hari	8	0.00094	719500.00	674.88
B2	Dump Truck	Hari	60	0.00703	359500.00	2529.03
B3	Bulldozer	Hari	12	0.00141	691504.00	972.93

B4	Vibro Roller	Hari	4	0.00047	747000.00	350.34
C	Bahan					
	Borrow Material	m3		1.00	14827.00	14827.00
Nilai HSP per m ³						53499.78

Pekerjaan Subgrade

Volume Pekerjaan 125,071.62 m³

Durasi Pekerjaan 32 hari

No	Item Pekerjaan	Sat	Jumlah	Koef	Harga Satuan	Jumlah Harga
A	Tenaga Kerja					
A1	Mandor	Hari	1	0.0031	163000.00	32.11
A2	Pekerja	Hari	4	0.0420	116000.00	920.30
A3	Pelaksana	Hari	1	0.0003	250000.00	64.81
A4	Safety Officer	Hari	1	0.0003	250000.00	64.81
A5	Operator	Hari	9	0.0023	163000.00	380.33
B	Peralatan					
B1	Motor Grader	Hari	1	0.0003	487040.00	126.27

B2	Water Truck	Hari	5	0.0013	547800.00	710.11
B3	Vibro Roller	Hari	3	0.0008	747000.00	581.00
Nilai HSP per m ³						2049.75

Pekerjaan Sub Base

Volume Pekerjaan 106,099.94 m³

Durasi Pekerjaan 28 hari

No	Item Pekerjaan	Sat	Jumlah	Koef	Harga Satuan	Jumlah Harga
A	Tenaga Kerja					
A1	Mandor	Hari	1	0.0041	163000.00	10.65
A2	Pekerja	Hari	4	0.0510	116000.00	120.30
A3	Pelaksana	Hari	1	0.0003	250000.00	64.81
A4	Safety Officer	Hari	1	0.0003	250000.00	64.81
A5	Operator	Hari	9	0.0023	163000.00	380.33
B	Peralatan					
B1	Motor Grader	Hari	1	0.0003	487040.00	126.27
B2	Water Truck	Hari	5	0.0013	547800.00	710.11

B3	Vibro Roller	Hari	3	0.0008	747000.00	
C	Bahan					
C1	Agregat Kelas B	m ³		1.00	344158.00	344158.00
Nilai HSP per m ³						345635.29

Lean Concrete Zona 1

Volume Pekerjaan 27,890.48 m³

Durasi Pekerjaan 36 hari

No	Item Pekerjaan	Sat	Jumlah	Koef	Harga Satuan	Jumlah Harga
A	Tenaga Kerja					
A1	Mandor	Hari	1	0.0031	163000.00	10.65
A2	Pekerja	Hari	10	0.0131	116000.00	1516.23
A3	Pelaksana	Hari	1	0.0013	250000.00	326.77
A4	Safety Officer	Hari	1	0.0013	250000.00	326.77
A5	Operator	Hari	13	0.0170	163000.00	2769.73
B	Peralatan					
B1	Batching Plant	Hari	1	0.0013	1256300.00	1642.10

B2	Mixer Truck	Hari	13	0.0170	377475.00	6414.13
C	Bahan					
C1	Beton K - 125	m ³		1.00	888534	888534.00
Nilai HSP per m ³						901540.38

Lean Concrete Zona 2

Volume Pekerjaan 26,568.81 m³

Durasi Pekerjaan 35 hari

No	Item Pekerjaan	Sat	Jumlah	Koef	Harga Satuan	Jumlah Harga
A	Tenaga Kerja					
A1	Mandor	Hari	1	0.0031	163000.00	10.65
A2	Pekerja	Hari	10	0.0131	116000.00	1516.23
A3	Pelaksana	Hari	1	0.0013	250000.00	326.77
A4	Safety Officer	Hari	1	0.0013	250000.00	326.77
A5	Operator	Hari	13	0.0170	163000.00	2769.73
B	Peralatan					
B1	Batching Plant	Hari	1	0.0013	1256300.00	1642.10

B2	Mixer Truck	Hari	13	0.0170	377475.00	6414.13
C	Bahan					
C1	Beton K - 125	m ³		1.00	888534	888534.00
Nilai HSP per m ³						901540.38

Pekerjaan Perkerasan Zona 1

Volume Pekerjaan 65,499.42 m³

Durasi Pekerjaan 95 hari

No	Item Pekerjaan	Sat	Jumlah	Koef	Harga Satuan	Jumlah Harga
A	Tenaga Kerja					
A1	Mandor	Hari	1	0.0021	163000.00	11.79
A2	Pekerja	Hari	10	0.0145	116000.00	1678.24
A3	Pelaksana	Hari	1	0.0014	250000.00	361.69
A4	Safety Officer	Hari	1	0.0014	250000.00	361.69
A6	Operator	Hari	6	0.0087	163000.00	1414.93
B	Peralatan					
B1	Batching Plant	Hari	1	0.0014	1256300.00	1817.56

B2	Concrete Paver	Hari	1	0.0014	14519131.0 0	21005.69
B3	Dump Truck	Hari	5	0.0072	359500.00	2600.55
C	Bahan					
C1	Beton Kelas P (K-375)	m ³		1.00	1132307.50	1132307.50
Nilai HSP per m ³						1161559.64

Pekerjaan Perkerasan Zona 2

Volume Pekerjaan 61,897.71 m³

Durasi Pekerjaan 90 hari

No	Item Pekerjaan	Sat	Jumlah	Koef	Harga Satuan	Jumlah Harga
A	Tenaga Kerja					
A1	Mandor	Hari	1	0.0021	163000.00	11.79
A2	Pekerja	Hari	10	0.0145	116000.00	1678.24
A3	Pelaksana	Hari	1	0.0014	250000.00	361.69
A4	Safety Officer	Hari	1	0.0014	250000.00	361.69

A6	Operator	Hari	6	0.0087	163000.00	1414.93
B	Peralatan					
B1	Batching Plant	Hari	1	0.0014	1256300.00	1817.56
B2	Concrete Paver	Hari	1	0.0014	14519131.00	21005.69
B3	Dump Truck	Hari	5	0.0072	359500.00	2600.55
C	Bahan					
C1	Beton Kelas P (K-375)	m ³		1.00	1132307.50	1132307.50
Nilai HSP per m ³						1161559.64

Pekerjaan Drainase

Pekerjaan Pasangan Batu Kali

Volume Pekerjaan 1,917.28 m³

Durasi Pekerjaan 29 hari

No	Item Pekerjaan	Sat	Jumlah	Koef	Harga Satuan	Jumlah Harga
A	Tenaga Kerja					

A1	Mandor	Hari	4	0.0060	163000.00	981.93
A2	Pekerja	Hari	48	1.4458	116000.00	167710.84
B	Peralatan					
B1	Concrete Mixer	Hari	4	0.1205	566800.00	68289.16
C	Bahan					
C1	Semen	Zak	7,746	4.04	73800.00	298152.00
C2	Pasir Pasang	m ³	929.88	0.49	260000.00	126100.00
C3	Batu	m ³	2,300.74	1.20	466000.00	559200.00
Nilai HSP per m ³						1220433.93

Pekerjaan Pasangan Batu Kosong

Volume Pekerjaan 720.59 m³

Durasi Pekerjaan 35 hari

No	Item Pekerjaan	Sat	Jumlah	Koef	Harga Satuan	Jumlah Harga
A	Tenaga Kerja					
A1	Mandor	Hari	4	0.0390	163000.00	6357.00

A2	Kepala Tukang	Hari	4	0.0390	153000.00	5967.00
A3	Tukang	Hari	8	0.3900	126000.00	49140.00
A4	Pembantu Tukang	Hari	32	0.7800	115000.00	89700.00
B	Bahan					
B1	Batu	m ³	2,301	1.2000	466000.00	559200.00
B2	Pasir Urug	m ³	828.3	0.4320	187200.00	80870.40
Nilai HSP per m ³						791234.40

Pekerjaan Lain-lain

Volume Pekerjaan 1,344.00 Buah

Durasi Pekerjaan 52 Hari

No	Item Pekerjaan	Sat	Jumlah	Koef	Harga Satuan	Jumlah Harga
A	Tenaga Kerja					
A1	Mandor	Hari	4	0.0077	163000.00	1253.85
A2	Tukang	Hari	16	0.6154	126000.00	77538.46

A3	Pembantu Tukang	Hari	32	1.2308	115000.00	141538.46
B	Bahan					
B1	Guardrail	Buah	1,344	1.0	1469500.00	1469500.00
C	Alat					
C1	Welding Set	Hari	4	0.1538	165500.00	25461.54
C2	Generator Set	Hari	4	0.1538	842400.00	129600.00
Nilai HSP per m ³						1689830.77

Kombinasi Nilai Cost Slope dan Iterasi

pekerjaan borrow material zona 4 dapat dicrashing
dengan durasi 23 hari

$$\begin{aligned}\text{cost slope} &= -\text{Rp}401,516.50 \\ \text{durasi kompresi} &= 623 - 23 \\ &= 600\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{penambahan biaya akibat kompresi} &= 23 \times -\text{Rp}401,516.50 \\ &= -\text{Rp}9,234,879.41\end{aligned}$$

pekerjaan borrow material zona 3 dapat dicrashing
dengan durasi 23 hari

$$\begin{aligned}\text{cost slope} &= -\text{Rp}397,805.32 \\ \text{durasi kompresi} &= 600 - 23 \\ &= 577\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{penambahan biaya akibat kompresi} &= 23 \times -\text{Rp}397,805.32 \\ &= -\text{Rp}9,149,522.41\end{aligned}$$

pekerjaan borrow material zona 2 dapat dicrashing
dengan durasi 23 hari

$$\begin{aligned}\text{cost slope} &= -\text{Rp}398,340.67 \\ \text{durasi kompresi} &= 577 - 23 \\ &= 554\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{penambahan biaya akibat kompresi} &= 23 \times -\text{Rp}398,340.67 \\ &= -\text{Rp}9,161,835.39\end{aligned}$$

pekerjaan borrow material zona 1 dapat dicrashing
dengan durasi 22 hari

$$\begin{aligned}\text{cost slope} &= -\text{Rp}399,214.13 \\ \text{durasi kompresi} &= 554 - 22 \\ &= 532\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{penambahan biaya akibat kompresi} &= 22 \times -\text{Rp}398,340.67 \\ &= -\text{Rp}8,782,710.79\end{aligned}$$

pekerjaan galian zona 1 dapat dicrashing dengan durasi 47 hari

$$\begin{aligned}\text{cost slope} &= \text{Rp}0.00 \\ \text{durasi kompresi} &= 532 - 47\end{aligned}$$

$$= 485$$
 penambahan biaya akibat kompresi = $47 \times \text{Rp}0.00$
 = $\text{Rp}0.00$
 pekerjaan pembersihan lahan zona 1 dapat dicrashing
 dengan durasi 11 hari

$$\text{cost slope} = \text{Rp}667,713.25$$

$$\text{durasi kompresi} = 485 - 11$$

$$= 474$$
 penambahan biaya akibat kompresi = $11 \times \text{Rp}667,713.25$
 = $\text{Rp}7,344,845.75$
 pekerjaan pembersihan lahan zona 2 dapat dicrashing
 dengan durasi 11 hari

$$\text{cost slope} = \text{Rp}525,038.59$$

$$\text{durasi kompresi} = 474 - 11$$

$$= 463$$
 penambahan biaya akibat kompresi = $23 \times \text{Rp}525,038.59$
 = $\text{Rp}5,775,424.53$

Total nilai cost slope selama pemampatan = $-\text{Rp}23,208,677.71$

Didapatkan dari 11 hari crashing pekerjaan pembersihan lahan zona 1, 11 hari pekerjaan pembersihan lahan zona 2, 47 hari pekerjaan galian zona 1, 22 hari pekerjaan borrow material zona 1, 23 hari pekerjaan borrow material zona 2, 23 hari pekerjaan borrow material zona 3, dan 23 hari pekerjaan borrow material zona 4.

Penambahan biaya cost slope = $-\text{Rp}23,208,677.71$

Maka didapat total biaya langsung = $\text{Rp}490,149,052,163.16$

Biaya Tak Langsung

No	Deskripsi Pekerjaan	Volume	Satuan	Biaya/bulan
				Rp
I	Overhead kantor			
1	Projet manager	1	orang	Rp18,000,000.00
2	Quality control	1	orang	Rp8,000,000.00
3	Safety officer	8	orang	Rp32,000,000.00
4	Site engineer manager	1	orang	Rp12,000,000.00
5	Pop	1	orang	Rp8,000,000.00
6	Staff teknik	1	orang	Rp5,100,000.00
7	Drafter	1	orang	Rp3,500,000.00
8	Logistik	1	orang	Rp4,500,000.00
9	Staff logistik	1	orang	Rp3,200,000.00
10	Site operational manager	1	orang	Rp12,000,000.00
11	SP	2	orang	Rp6,000,000.00
12	Surveyor	1	orang	Rp5,800,000.00
13	Ass. Surveyor	1	orang	Rp3,500,000.00
14	Site administration Manager	1	orang	Rp12,000,000.00
15	Umum	1	orang	Rp6,000,000.00
16	OB	2	orang	Rp5,400,000.00
17	Security	2	orang	Rp6,600,000.00
18	Driver	2	orang	Rp7,000,000.00
	Total/bulan			Rp158,600,000.00

No	Deskripsi Pekerjaan	Volume	Satuan	Biaya/bulan
				Rp
1	Kantor	1	bulan	Rp54,850,000.00
a	Internet			Rp350,000.00
b	Listrik			Rp2,000,000.00
c	Air			Rp300,000.00
d	Telp. Kantor			Rp600,000.00
e	Makan siang	22	orang	Rp28,600,000.00
f	Pulsa telp. @100000/bulan	22	orang	Rp22,000,000.00
g	Print	1		Rp1,000,000.00
2	Mess Pekerja	1	bulan	Rp1,200,000.00
a	Listrik	1		Rp700,000.00
b	Air	2		Rp400,000.00
c	Telpon	1		Rp100,000.00
3	Asuransi pekerja	1	bulan	Rp2,500,000.00
	Total/bulan			Rp58,550,000.00
	Total Overhead/Hari			Rp7,238,333.33

Biaya Tak Langsung Tetap (Fixed Cost)

No	Deskripsi Pekerjaan	Volume	Satuan	Biaya (Rp)	Total Biaya (Rp)
	Overhead Lapangan				
1	Sewa Kantor	2	thn	Rp22,500,000.00	Rp45,000,000.00
2	Sewa rumah untuk mess	1	thn	Rp25,000,000.00	Rp25,000,000.00
3	Sewa rumah untuk mandor dan tukang	5	rmh/th	Rp4,000,000.00	Rp20,000,000.00
4	Rapat	32	rapat	Rp200,000.00	Rp6,400,000.00
5	Peralatan yang terbuang	1			Rp2,500,000.00
	Total Biaya Tak Langsung Tetap (Fixed Cost)				Rp98,900,000.00

Daftar Harga Bahan

Bahan	Satuan	Pembulatan (Rp)	Keterangan
Beton kelas P (K-375)	m ³	1132308	
Beton kelas E (K-125)	m ³	888534	
Curing compound	kg	7125	
Pasir pasang	m ³	260000	
Pasir beton	m ³	260000	
Koral beton	m ³	109200	
Pasir urug	m ³	187200	
Sirtu	m ³	169800	
Borrow material	m ³	14827	
Semen Portland	Zak	73800	
Batu Pecah	m ³	466000	
Agregat LPB Kelas B	m ³	344158	

Daftar Harga Sewa Alat Berat

Alat	Satuan	Pembulatan (Rp)	Keterangan
Excavator	Hari	719500.00	Harga Sewa sudah termasuk biaya operasi dan biaya pasti alat
Bulldozer	Hari	691504.00	
Dump Truck	Hari	359500.00	
Water Truck	Hari	547800.00	
Vibro Roller	Hari	747000.00	
Motor Grader	Hari	487040.00	
Batching Plant	Hari	1256300.00	
Concrete Paver	Hari	14519131.00	
Mixer Truck	Hari	377475.00	
Concrete Mixer	Hari	566800.00	
Welding Set	Hari	165500.00	
Generator Set	Hari	842400.00	

Daftar Upah Harian Tenaga Kerja

Tenaga	Satuan	Pembulatan (Rp)	Keterangan
Mandor	OH	163000.00	
Kepala Tukang	OH	153000.00	
Tukang Batu	OH	126000.00	
Tukang Beton	OH	126000.00	
Pembantu Tukang	OH	115000.00	
Pekerja	OH	116000.00	
Operator	OH	163000.00	
Surveyor	OH	210000.00	
Pelaksana	OH	250000.00	
Safety Officer	OH	250000.00	

Tabel Perhitungan Total Biaya Optimum

Durasi (Hari)	Cost Slope	Direct Cost	Indirect Cost			Total Cost
			Fixed Cost	Variabel Cost/hari	Indirect Cost	
623	Rp0	Rp491,153,748,623	Rp98,900,000	Rp7,238,333	Rp4,608,381,667	Rp495,868,268,623
622	Rp0	Rp491,153,748,623	Rp98,900,000	Rp7,238,333	Rp4,601,143,333	Rp495,861,030,289
621	Rp0	Rp491,153,748,623	Rp98,900,000	Rp7,238,333	Rp4,593,905,000	Rp495,853,791,956
620	Rp0	Rp491,153,748,623	Rp98,900,000	Rp7,238,333	Rp4,586,666,667	Rp495,846,553,623
619	Rp0	Rp491,153,748,623	Rp98,900,000	Rp7,238,333	Rp4,579,428,333	Rp495,839,315,289
618	Rp0	Rp491,153,748,623	Rp98,900,000	Rp7,238,333	Rp4,572,190,000	Rp495,832,076,956
617	Rp0	Rp491,153,748,623	Rp98,900,000	Rp7,238,333	Rp4,564,951,667	Rp495,824,838,623
616	Rp0	Rp491,153,748,623	Rp98,900,000	Rp7,238,333	Rp4,557,713,333	Rp495,817,600,289
615	Rp0	Rp491,153,748,623	Rp98,900,000	Rp7,238,333	Rp4,550,475,000	Rp495,810,361,956
614	Rp0	Rp491,153,748,623	Rp98,900,000	Rp7,238,333	Rp4,543,236,667	Rp495,803,123,623
613	Rp0	Rp491,153,748,623	Rp98,900,000	Rp7,238,333	Rp4,535,998,333	Rp495,795,885,289
612	Rp0	Rp491,153,748,623	Rp98,900,000	Rp7,238,333	Rp4,528,760,000	Rp495,788,646,956
611	Rp0	Rp491,153,748,623	Rp98,900,000	Rp7,238,333	Rp4,521,521,667	Rp495,781,408,623
610	Rp0	Rp491,153,748,623	Rp98,900,000	Rp7,238,333	Rp4,514,283,333	Rp495,774,170,289

609	Rp0	Rp491,153,748,623	Rp98,900,000	Rp7,238,333	Rp4,507,045,000	Rp495,766,931,956
608	Rp0	Rp491,153,748,623	Rp98,900,000	Rp7,238,333	Rp4,499,806,667	Rp495,759,693,623
607	Rp0	Rp491,153,748,623	Rp98,900,000	Rp7,238,333	Rp4,492,568,333	Rp495,752,455,289
606	Rp0	Rp491,153,748,623	Rp98,900,000	Rp7,238,333	Rp4,485,330,000	Rp495,745,216,956
605	Rp0	Rp491,153,748,623	Rp98,900,000	Rp7,238,333	Rp4,478,091,667	Rp495,737,978,623
604	Rp0	Rp491,153,748,623	Rp98,900,000	Rp7,238,333	Rp4,470,853,333	Rp495,730,740,289
603	Rp0	Rp491,153,748,623	Rp98,900,000	Rp7,238,333	Rp4,463,615,000	Rp495,723,501,956
602	Rp0	Rp491,153,748,623	Rp98,900,000	Rp7,238,333	Rp4,456,376,667	Rp495,716,263,623
601	Rp0	Rp491,153,748,623	Rp98,900,000	Rp7,238,333	Rp4,449,138,333	Rp495,709,025,289
600	Rp0	Rp491,153,748,623	Rp98,900,000	Rp7,238,333	Rp4,441,900,000	Rp495,701,786,956
599	Rp0	Rp491,153,748,623	Rp98,900,000	Rp7,238,333	Rp4,434,661,667	Rp495,694,548,623
598	Rp0	Rp491,153,748,623	Rp98,900,000	Rp7,238,333	Rp4,427,423,333	Rp495,687,310,289
597	Rp0	Rp491,153,748,623	Rp98,900,000	Rp7,238,333	Rp4,420,185,000	Rp495,680,071,956
596	Rp0	Rp491,153,748,623	Rp98,900,000	Rp7,238,333	Rp4,412,946,667	Rp495,672,833,623
595	Rp0	Rp491,153,748,623	Rp98,900,000	Rp7,238,333	Rp4,405,708,333	Rp495,665,595,289
594	Rp0	Rp491,153,748,623	Rp98,900,000	Rp7,238,333	Rp4,398,470,000	Rp495,658,356,956
593	Rp0	Rp491,153,748,623	Rp98,900,000	Rp7,238,333	Rp4,391,231,667	Rp495,651,118,623
592	Rp0	Rp491,153,748,623	Rp98,900,000	Rp7,238,333	Rp4,383,993,333	Rp495,643,880,289

591	Rp0	Rp491,153,748,623	Rp98,900,000	Rp7,238,333	Rp4,376,755,000	Rp495,636,641,956
590	Rp0	Rp491,153,748,623	Rp98,900,000	Rp7,238,333	Rp4,369,516,667	Rp495,629,403,623
589	Rp0	Rp491,153,748,623	Rp98,900,000	Rp7,238,333	Rp4,362,278,333	Rp495,622,165,289
588	Rp0	Rp491,153,748,623	Rp98,900,000	Rp7,238,333	Rp4,355,040,000	Rp495,614,926,956
587	Rp0	Rp491,153,748,623	Rp98,900,000	Rp7,238,333	Rp4,347,801,667	Rp495,607,688,623
586	Rp0	Rp491,153,748,623	Rp98,900,000	Rp7,238,333	Rp4,340,563,333	Rp495,600,450,289
585	Rp0	Rp491,153,748,623	Rp98,900,000	Rp7,238,333	Rp4,333,325,000	Rp495,593,211,956
584	Rp0	Rp491,153,748,623	Rp98,900,000	Rp7,238,333	Rp4,326,086,667	Rp495,585,973,623
583	Rp0	Rp491,153,748,623	Rp98,900,000	Rp7,238,333	Rp4,318,848,333	Rp495,578,735,289
582	Rp0	Rp491,153,748,623	Rp98,900,000	Rp7,238,333	Rp4,311,610,000	Rp495,571,496,956
581	Rp0	Rp491,153,748,623	Rp98,900,000	Rp7,238,333	Rp4,304,371,667	Rp495,564,258,623
580	Rp0	Rp491,153,748,623	Rp98,900,000	Rp7,238,333	Rp4,297,133,333	Rp495,557,020,289
579	Rp0	Rp491,153,748,623	Rp98,900,000	Rp7,238,333	Rp4,289,895,000	Rp495,549,781,956
578	Rp0	Rp491,153,748,623	Rp98,900,000	Rp7,238,333	Rp4,282,656,667	Rp495,542,543,623
577	Rp0	Rp491,153,748,623	Rp98,900,000	Rp7,238,333	Rp4,275,418,333	Rp495,535,305,289
576	Rp0	Rp491,153,748,623	Rp98,900,000	Rp7,238,333	Rp4,268,180,000	Rp495,528,066,956
575	Rp0	Rp491,153,748,623	Rp98,900,000	Rp7,238,333	Rp4,260,941,667	Rp495,520,828,623
574	Rp0	Rp491,153,748,623	Rp98,900,000	Rp7,238,333	Rp4,253,703,333	Rp495,513,590,289

573	Rp0	Rp491,153,748,623	Rp98,900,000	Rp7,238,333	Rp4,246,465,000	Rp495,506,351,956
572	Rp0	Rp491,153,748,623	Rp98,900,000	Rp7,238,333	Rp4,239,226,667	Rp495,499,113,623
571	Rp0	Rp491,153,748,623	Rp98,900,000	Rp7,238,333	Rp4,231,988,333	Rp495,491,875,289
570	Rp0	Rp491,153,748,623	Rp98,900,000	Rp7,238,333	Rp4,224,750,000	Rp495,484,636,956
569	Rp0	Rp491,153,748,623	Rp98,900,000	Rp7,238,333	Rp4,217,511,667	Rp495,477,398,623
568	Rp0	Rp491,153,748,623	Rp98,900,000	Rp7,238,333	Rp4,210,273,333	Rp495,470,160,289
567	Rp0	Rp491,153,748,623	Rp98,900,000	Rp7,238,333	Rp4,203,035,000	Rp495,462,921,956
566	Rp0	Rp491,153,748,623	Rp98,900,000	Rp7,238,333	Rp4,195,796,667	Rp495,455,683,623
565	Rp0	Rp491,153,748,623	Rp98,900,000	Rp7,238,333	Rp4,188,558,333	Rp495,448,445,289
564	Rp0	Rp491,153,748,623	Rp98,900,000	Rp7,238,333	Rp4,181,320,000	Rp495,441,206,956
563	Rp0	Rp491,153,748,623	Rp98,900,000	Rp7,238,333	Rp4,174,081,667	Rp495,433,968,623
562	Rp0	Rp491,153,748,623	Rp98,900,000	Rp7,238,333	Rp4,166,843,333	Rp495,426,730,289
561	Rp0	Rp491,153,748,623	Rp98,900,000	Rp7,238,333	Rp4,159,605,000	Rp495,419,491,956
560	Rp0	Rp491,153,748,623	Rp98,900,000	Rp7,238,333	Rp4,152,366,667	Rp495,412,253,623
559	Rp0	Rp491,153,748,623	Rp98,900,000	Rp7,238,333	Rp4,145,128,333	Rp495,405,015,289
558	Rp0	Rp491,153,748,623	Rp98,900,000	Rp7,238,333	Rp4,137,890,000	Rp495,397,776,956
557	Rp0	Rp491,153,748,623	Rp98,900,000	Rp7,238,333	Rp4,130,651,667	Rp495,390,538,623
556	Rp0	Rp491,153,748,623	Rp98,900,000	Rp7,238,333	Rp4,123,413,333	Rp495,383,300,289

555	Rp0	Rp491,153,748,623	Rp98,900,000	Rp7,238,333	Rp4,116,175,000	Rp495,376,061,956
554	Rp0	Rp491,153,748,623	Rp98,900,000	Rp7,238,333	Rp4,108,936,667	Rp495,368,823,623
553	-Rp399,214	Rp491,153,349,409	Rp98,900,000	Rp7,238,333	Rp4,101,698,333	Rp495,360,786,861
552	-Rp399,214	Rp491,152,950,195	Rp98,900,000	Rp7,238,333	Rp4,094,460,000	Rp495,353,149,314
551	-Rp399,214	Rp491,152,550,980	Rp98,900,000	Rp7,238,333	Rp4,087,221,667	Rp495,345,511,766
550	-Rp399,214	Rp491,152,151,766	Rp98,900,000	Rp7,238,333	Rp4,079,983,333	Rp495,337,874,219
549	-Rp399,214	Rp491,151,752,552	Rp98,900,000	Rp7,238,333	Rp4,072,745,000	Rp495,330,236,671
548	-Rp399,214	Rp491,151,353,338	Rp98,900,000	Rp7,238,333	Rp4,065,506,667	Rp495,322,599,124
547	-Rp399,214	Rp491,150,954,124	Rp98,900,000	Rp7,238,333	Rp4,058,268,333	Rp495,314,961,576
546	-Rp399,214	Rp491,150,554,910	Rp98,900,000	Rp7,238,333	Rp4,051,030,000	Rp495,307,324,029
545	-Rp399,214	Rp491,150,155,696	Rp98,900,000	Rp7,238,333	Rp4,043,791,667	Rp495,299,686,482
544	-Rp399,214	Rp491,149,756,482	Rp98,900,000	Rp7,238,333	Rp4,036,553,333	Rp495,292,048,934
543	-Rp399,214	Rp491,149,357,267	Rp98,900,000	Rp7,238,333	Rp4,029,315,000	Rp495,284,411,387
542	-Rp399,214	Rp491,148,958,053	Rp98,900,000	Rp7,238,333	Rp4,022,076,667	Rp495,276,773,839
541	-Rp399,214	Rp491,148,558,839	Rp98,900,000	Rp7,238,333	Rp4,014,838,333	Rp495,269,136,292
540	-Rp399,214	Rp491,148,159,625	Rp98,900,000	Rp7,238,333	Rp4,007,600,000	Rp495,261,498,744
539	-Rp399,214	Rp491,147,760,411	Rp98,900,000	Rp7,238,333	Rp4,000,361,667	Rp495,253,861,197
538	-Rp399,214	Rp491,147,361,197	Rp98,900,000	Rp7,238,333	Rp3,993,123,333	Rp495,246,223,649

537	-Rp399,214	Rp491,146,961,983	Rp98,900,000	Rp7,238,333	Rp3,985,885,000	Rp495,238,586,102
536	-Rp399,214	Rp491,146,562,769	Rp98,900,000	Rp7,238,333	Rp3,978,646,667	Rp495,230,948,554
535	-Rp399,214	Rp491,146,163,554	Rp98,900,000	Rp7,238,333	Rp3,971,408,333	Rp495,223,311,007
534	-Rp399,214	Rp491,145,764,340	Rp98,900,000	Rp7,238,333	Rp3,964,170,000	Rp495,215,673,460
533	-Rp399,214	Rp491,145,365,126	Rp98,900,000	Rp7,238,333	Rp3,956,931,667	Rp495,208,035,912
532	-Rp399,214	Rp491,144,965,912	Rp98,900,000	Rp7,238,333	Rp3,949,693,333	Rp495,200,398,365
531	-Rp399,214	Rp491,144,566,698	Rp98,900,000	Rp7,238,333	Rp3,942,455,000	Rp495,192,760,817
530	-Rp398,341	Rp491,144,168,357	Rp98,900,000	Rp7,238,333	Rp3,935,216,667	Rp495,185,125,017
529	-Rp398,341	Rp491,143,770,017	Rp98,900,000	Rp7,238,333	Rp3,927,978,333	Rp495,177,488,343
528	-Rp398,341	Rp491,143,371,676	Rp98,900,000	Rp7,238,333	Rp3,920,740,000	Rp495,169,851,669
527	-Rp398,341	Rp491,142,973,335	Rp98,900,000	Rp7,238,333	Rp3,913,501,667	Rp495,162,214,995
526	-Rp398,341	Rp491,142,574,995	Rp98,900,000	Rp7,238,333	Rp3,906,263,333	Rp495,154,578,321
525	-Rp398,341	Rp491,142,176,654	Rp98,900,000	Rp7,238,333	Rp3,899,025,000	Rp495,146,941,647
524	-Rp398,341	Rp491,141,778,313	Rp98,900,000	Rp7,238,333	Rp3,891,786,667	Rp495,139,304,973
523	-Rp398,341	Rp491,141,379,973	Rp98,900,000	Rp7,238,333	Rp3,884,548,333	Rp495,131,668,299
522	-Rp398,341	Rp491,140,981,632	Rp98,900,000	Rp7,238,333	Rp3,877,310,000	Rp495,124,031,625
521	-Rp398,341	Rp491,140,583,291	Rp98,900,000	Rp7,238,333	Rp3,870,071,667	Rp495,116,394,951
520	-Rp398,341	Rp491,140,184,951	Rp98,900,000	Rp7,238,333	Rp3,862,833,333	Rp495,108,758,277

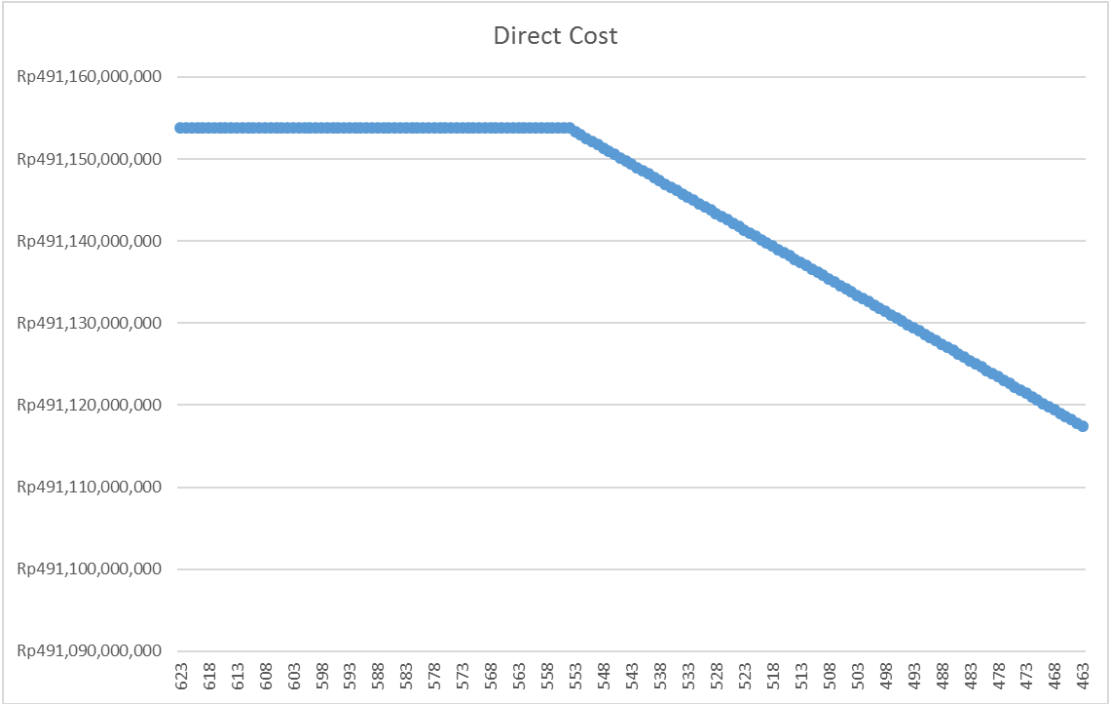
519	-Rp398,341	Rp491,139,786,610	Rp98,900,000	Rp7,238,333	Rp3,855,595,000	Rp495,101,121,603
518	-Rp398,341	Rp491,139,388,269	Rp98,900,000	Rp7,238,333	Rp3,848,356,667	Rp495,093,484,929
517	-Rp398,341	Rp491,138,989,929	Rp98,900,000	Rp7,238,333	Rp3,841,118,333	Rp495,085,848,255
516	-Rp398,341	Rp491,138,591,588	Rp98,900,000	Rp7,238,333	Rp3,833,880,000	Rp495,078,211,581
515	-Rp398,341	Rp491,138,193,247	Rp98,900,000	Rp7,238,333	Rp3,826,641,667	Rp495,070,574,907
514	-Rp398,341	Rp491,137,794,907	Rp98,900,000	Rp7,238,333	Rp3,819,403,333	Rp495,062,938,233
513	-Rp398,341	Rp491,137,396,566	Rp98,900,000	Rp7,238,333	Rp3,812,165,000	Rp495,055,301,559
512	-Rp398,341	Rp491,136,998,225	Rp98,900,000	Rp7,238,333	Rp3,804,926,667	Rp495,047,664,885
511	-Rp398,341	Rp491,136,599,885	Rp98,900,000	Rp7,238,333	Rp3,797,688,333	Rp495,040,028,211
510	-Rp398,341	Rp491,136,201,544	Rp98,900,000	Rp7,238,333	Rp3,790,450,000	Rp495,032,391,537
509	-Rp398,341	Rp491,135,803,203	Rp98,900,000	Rp7,238,333	Rp3,783,211,667	Rp495,024,754,863
508	-Rp398,341	Rp491,135,404,863	Rp98,900,000	Rp7,238,333	Rp3,775,973,333	Rp495,017,118,189
507	-Rp397,805	Rp491,135,007,057	Rp98,900,000	Rp7,238,333	Rp3,768,735,000	Rp495,009,482,585
506	-Rp397,805	Rp491,134,609,252	Rp98,900,000	Rp7,238,333	Rp3,761,496,667	Rp495,001,846,447
505	-Rp397,805	Rp491,134,211,447	Rp98,900,000	Rp7,238,333	Rp3,754,258,333	Rp494,994,210,308
504	-Rp397,805	Rp491,133,813,641	Rp98,900,000	Rp7,238,333	Rp3,747,020,000	Rp494,986,574,169
503	-Rp397,805	Rp491,133,415,836	Rp98,900,000	Rp7,238,333	Rp3,739,781,667	Rp494,978,938,031
502	-Rp397,805	Rp491,133,018,031	Rp98,900,000	Rp7,238,333	Rp3,732,543,333	Rp494,971,301,892

501	-Rp397,805	Rp491,132,620,225	Rp98,900,000	Rp7,238,333	Rp3,725,305,000	Rp494,963,665,753
500	-Rp397,805	Rp491,132,222,420	Rp98,900,000	Rp7,238,333	Rp3,718,066,667	Rp494,956,029,615
499	-Rp397,805	Rp491,131,824,615	Rp98,900,000	Rp7,238,333	Rp3,710,828,333	Rp494,948,393,476
498	-Rp397,805	Rp491,131,426,809	Rp98,900,000	Rp7,238,333	Rp3,703,590,000	Rp494,940,757,337
497	-Rp397,805	Rp491,131,029,004	Rp98,900,000	Rp7,238,333	Rp3,696,351,667	Rp494,933,121,199
496	-Rp397,805	Rp491,130,631,199	Rp98,900,000	Rp7,238,333	Rp3,689,113,333	Rp494,925,485,060
495	-Rp397,805	Rp491,130,233,393	Rp98,900,000	Rp7,238,333	Rp3,681,875,000	Rp494,917,848,921
494	-Rp397,805	Rp491,129,835,588	Rp98,900,000	Rp7,238,333	Rp3,674,636,667	Rp494,910,212,783
493	-Rp397,805	Rp491,129,437,783	Rp98,900,000	Rp7,238,333	Rp3,667,398,333	Rp494,902,576,644
492	-Rp397,805	Rp491,129,039,977	Rp98,900,000	Rp7,238,333	Rp3,660,160,000	Rp494,894,940,505
491	-Rp397,805	Rp491,128,642,172	Rp98,900,000	Rp7,238,333	Rp3,652,921,667	Rp494,887,304,367
490	-Rp397,805	Rp491,128,244,367	Rp98,900,000	Rp7,238,333	Rp3,645,683,333	Rp494,879,668,228
489	-Rp397,805	Rp491,127,846,561	Rp98,900,000	Rp7,238,333	Rp3,638,445,000	Rp494,872,032,089
488	-Rp397,805	Rp491,127,448,756	Rp98,900,000	Rp7,238,333	Rp3,631,206,667	Rp494,864,395,951
487	-Rp397,805	Rp491,127,050,951	Rp98,900,000	Rp7,238,333	Rp3,623,968,333	Rp494,856,759,812
486	-Rp397,805	Rp491,126,653,145	Rp98,900,000	Rp7,238,333	Rp3,616,730,000	Rp494,849,123,673
485	-Rp397,805	Rp491,126,255,340	Rp98,900,000	Rp7,238,333	Rp3,609,491,667	Rp494,841,487,535
484	-Rp401,516	Rp491,125,853,824	Rp98,900,000	Rp7,238,333	Rp3,602,253,333	Rp494,833,843,974

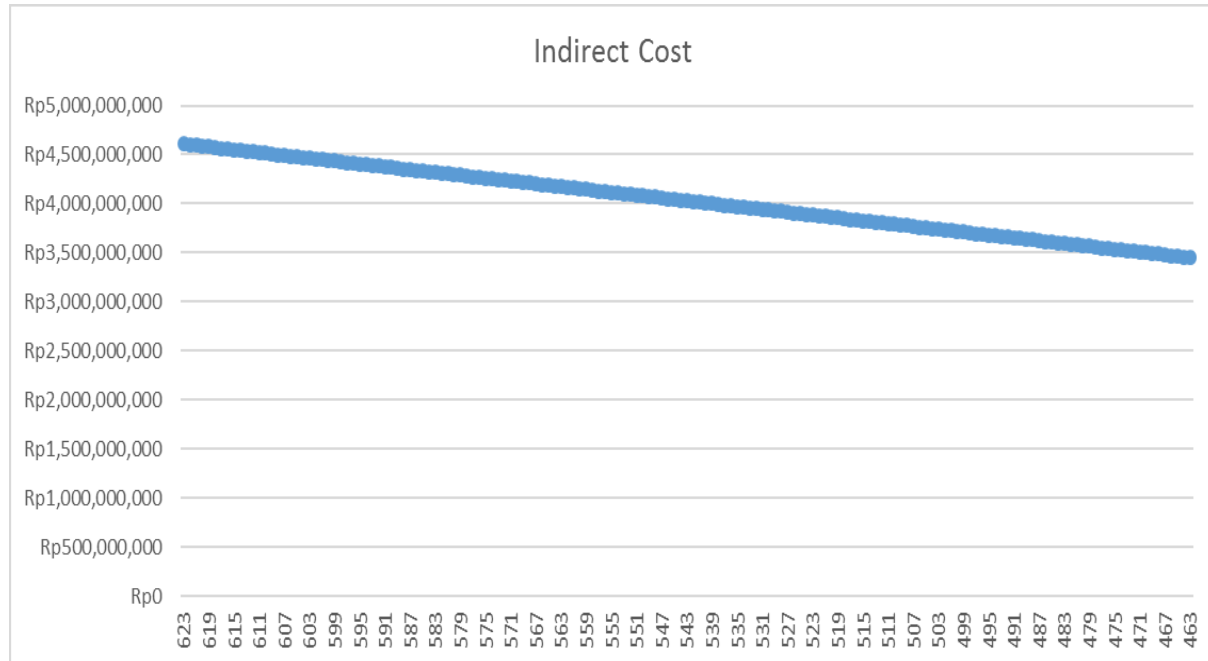
483	-Rp401,516	Rp491,125,452,307	Rp98,900,000	Rp7,238,333	Rp3,595,015,000	Rp494,826,204,124
482	-Rp401,516	Rp491,125,050,791	Rp98,900,000	Rp7,238,333	Rp3,587,776,667	Rp494,818,564,274
481	-Rp401,516	Rp491,124,649,274	Rp98,900,000	Rp7,238,333	Rp3,580,538,333	Rp494,810,924,424
480	-Rp401,516	Rp491,124,247,758	Rp98,900,000	Rp7,238,333	Rp3,573,300,000	Rp494,803,284,574
479	-Rp401,516	Rp491,123,846,241	Rp98,900,000	Rp7,238,333	Rp3,566,061,667	Rp494,795,644,725
478	-Rp401,516	Rp491,123,444,725	Rp98,900,000	Rp7,238,333	Rp3,558,823,333	Rp494,788,004,875
477	-Rp401,516	Rp491,123,043,208	Rp98,900,000	Rp7,238,333	Rp3,551,585,000	Rp494,780,365,025
476	-Rp401,516	Rp491,122,641,692	Rp98,900,000	Rp7,238,333	Rp3,544,346,667	Rp494,772,725,175
475	-Rp401,516	Rp491,122,240,175	Rp98,900,000	Rp7,238,333	Rp3,537,108,333	Rp494,765,085,325
474	-Rp401,516	Rp491,121,838,659	Rp98,900,000	Rp7,238,333	Rp3,529,870,000	Rp494,757,445,475
473	-Rp401,516	Rp491,121,437,142	Rp98,900,000	Rp7,238,333	Rp3,522,631,667	Rp494,749,805,626
472	-Rp401,516	Rp491,121,035,626	Rp98,900,000	Rp7,238,333	Rp3,515,393,333	Rp494,742,165,776
471	-Rp401,516	Rp491,120,634,109	Rp98,900,000	Rp7,238,333	Rp3,508,155,000	Rp494,734,525,926
470	-Rp401,516	Rp491,120,232,593	Rp98,900,000	Rp7,238,333	Rp3,500,916,667	Rp494,726,886,076
469	-Rp401,516	Rp491,119,831,076	Rp98,900,000	Rp7,238,333	Rp3,493,678,333	Rp494,719,246,226
468	-Rp401,516	Rp491,119,429,560	Rp98,900,000	Rp7,238,333	Rp3,486,440,000	Rp494,711,606,377
467	-Rp401,516	Rp491,119,028,043	Rp98,900,000	Rp7,238,333	Rp3,479,201,667	Rp494,703,966,527
466	-Rp401,516	Rp491,118,626,527	Rp98,900,000	Rp7,238,333	Rp3,471,963,333	Rp494,696,326,677

465	-Rp401,516	Rp491,118,225,010	Rp98,900,000	Rp7,238,333	Rp3,464,725,000	Rp494,688,686,827
464	-Rp401,516	Rp491,117,823,494	Rp98,900,000	Rp7,238,333	Rp3,457,486,667	Rp494,681,046,977
463	-Rp401,516	Rp491,117,421,977	Rp98,900,000	Rp7,238,333	Rp3,450,248,333	Rp494,673,407,127

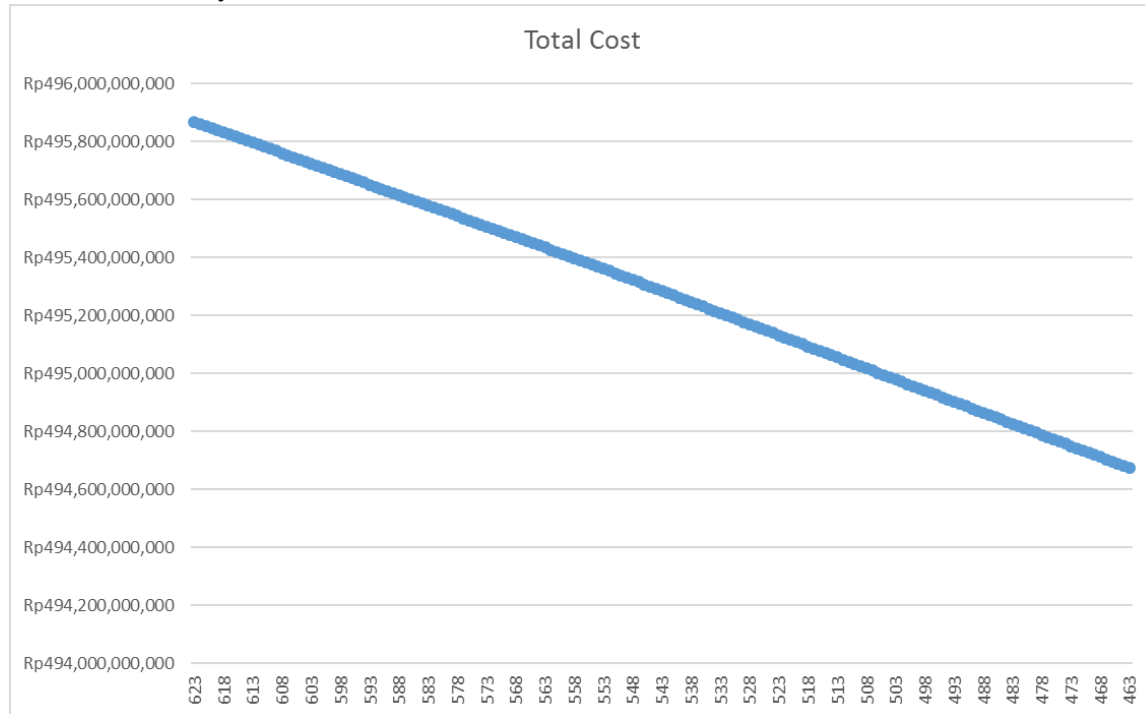
Grafik Direct Cost



Grafik Indirect Cost



Grafik Total Biaya



PENUTUP

Puji syukur kami panjatkan kepada Allah SWT yang telah memberikan rahmad dan ridho-Nya kepada kami dalam penyusunan tugas akhir kami yang berjudul Analisa Perbandingan Waktu dan Biaya Pada Proyek Pembangunan Tol Mojokerto-Kerosono STA 5+000 – STA 24+900 dapat terselesaikan dengan baik.

Dengan segala keterbatasan kemampuan dan pengetahuan, kami menyadari, penyusunan tugas akhir inijauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, saran dan kritik yang membangun kami harapkan demi kesempurnaan penyusunan tugas akhir ini.

Semoga penyusunan tugas akhir ini bermanfaat bagi penulis dan pembaca.

Akhir kata kami sampaikan banyak terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu tersusunnya Tugas Akhir Terapan ini.

Surabaya, Juli 2017

Penulis

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BIODATA PENULIS



Penulis bernama lengkap Mohamad Yusuf Bahtiar. Lahir di Jombang pada tanggal 09 Juli 1995. Penulis telah menempuh pendidikan formal di TK Kartini, MI Negeri Klitih, MTs Al-Hikmah Klitih, SMA Negeri Ploso. Setelah lulus dari SMA pada tahun 2013, penulis mengikuti ujian masuk Diploma 4 ITS dan diterima di jurusan Teknik Sipil pada tahun 2013, terdaftar dengan NRP 3113041030. Di jurusan Teknik

Infrastruktur Sipil ini, penulis mengambil bidang studi Bangunan Transportasi. Penulis pernah aktif dalam beberapa kegiatan seminar yang diselenggarakan oleh kampus ITS. Penulis juga pernah aktif dalam beberapa kegiatan organisasi kampus, di antaranya adalah menjadi ketua Dewan Perwakilan Angkatan Diploma Sipil tahun 2015-2016. Selain itu, penulis juga aktif dalam berbagai kepanitiaan beberapa kegiatan yang ada selama menjadi mahasiswa.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

Mohamad Yusuf Bahtiar, Thanks to :

Dalam kesempatan ini saya ingin mengucapkan terima kasih kepada :

1. Allah SWT yang telah memberikan karunia-Nya, sehingga proyek akhir ini dapat terselesaikan. Berbagai hambatan dan rintangan yang menghadang, namun saya yakin atas kuasa-Nya. Dia senantiasa membantu hamba-hamba-Nya yang tak pernah menyerah dalam berusaha dan berdo'a.
2. Ayah dan Ibu yang telah mengiringi, mendukung dan mendo'akan perjalanan saya hingga sampai pada jenjang pendidikan ini.
3. Dosen pembimbing saya Bapak Dunat Indratmo yang telah membimbing saya untuk dapat menyelesaikan proyek akhir kami dengan sebaik-baiknya.
4. Saudara-saudara saya, Mas, Mbak, dan adik saya, di mana mereka selalu memberi semangat, motivasi agar saya terus melangkah maju dalam perjuangan hidup saya.
5. Seluruh dosen dan karyawan di kampus ITS Manyar yang telah memberikan pelajaran, pembelajaran, bimbingan serta motivasi selama saya belajar di kampus ini.
6. Arif Rahman Hakim dimana kakak yang selalu membuat adiknya marah. Terima kasih karena telah menjadi ayah kedua saya. Semoga selalu dijaga oleh Tuhan yang maha kuasa.
7. Teman-teman angkatan 2013 dan Manajemen Konstruksi 2013, yang telah menemani serta memberikan pembelajaran kehidupan atas indahnya sebuah kebersamaan. Meskipun banyak perbedaan namun kita mampu hidup berdampingan.
8. Teman-teman saya di luar kampus yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu. Terima kasih atas kasih sayang, perhatian, dukungan, motivasi, pembelajaran dan apapun yang telah kalian berikan kepada saya.

